انتشارات چرتکه

گِلِن. اِی. مازور

طرز کار و کاربردهای

اُهم مترهای دیجیتالی

(از سیر تا پیاز...!)

ترجمه‌ی

سَروین هنربخش



گِلِن.ای.مازور

طرزکاروکاربردهای

اُهم‌مترهای دیجیتالی

(ازسیرتاپیاز...!)

مترجم:

سَروین هنربخش

سرشناسه : مازور، گلن ا.
Mazur, Glen A.
عنوان و نام پدیدآور : طرز کار و کاربردهای اهم‌مترهای دیجیتالی/ گلن‌ای مازور؛ مترجم سروین هنربخش.
مشخصات نشر : تهران : چرتکه، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری : ۲۲۴ ص.: مصور.
شابک : 978-964-6463-95-0
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: Digital multimeter principles ,4th ed,c 2010.
موضوع : مولتی‌مترهای رقمی -- دستنامه‌ها
موضوع : برق -- ابزار و وسایل -- آزمایش‌ها -- دستنامه‌ها
شناسه افزوده : هنربخش، سروین، ۱۳۶۷ -، مترجم
رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۱ ۴ط۲م/TK۷۸۷۹
رده‌بندی دیویی : ۶۲۱/۳۷
شماره کتابشناسی ملی : ۲۷۲۴۶۱۸

انتشارات چرتکه

نام کتاب : طرز کار و کاربردهای اُهم‌مترهای دیجیتالی
ناشر : انتشارات چرتکه
مؤلف : گِلِن .ای .مازور
مترجم : سَروین هنربخش
صفحه‌آرایی : هفت‌رنگ گرافیک (شیوا صداقتی)
لیتوگرافی : امیدگرافیک
نوبت چاپ : اول ـ بهار ۱۳۹۱
چاپ : حدیث
صحافی : کیمیا
ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین
تیراژ : ۶۰۰ جلد
شابک : ۰-۹۵-۶۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸

www.chortkehbooks.com

مراکز پخش :

۱ـ تهران، میدان انقلاب، ابتدای جمالزاده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا ـ تلفن : ۶۶۹۲۲۰۸۲
۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر ـ تلفن : ۶۶۴۹۲۲۴۲
۳ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش ـ تلفن : ۶۶۹۷۱۲۵۱

این کتاب ترجمه‌ای است از:

Digital Multimeter Principles

Fourth Edition

FLUKE.

Authorized by Fluke Corporation

4 5 6 7 8 9 – 10 – 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Printed in the United States of America

ISBN 978-0-8269-1506-1

atp AMERICAN TECHNICAL PUBLISHERS
ORLAND PARK, ILLINOIS 60467-5756

Glen A. Mazur

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.

فهرست

فصل دوم

فصل سوم

فصل چهارم

فصل پنجم

فصل ششم

فصل هفتم

فصل هشتم

فصل نهم

فصل دهم

فصل یازدهم

فصل دوازدهم

فصل سیزدهم

فصل چهاردهم

فهرست

ضمائم

مقدمه‌ی مترجم

به جرأت می‌توان مدعی شد که انسان و به خصوص بشر امروزی، بدون اندازه و اندازه‌گیری، قادر به انجام کارهای روزمره و رفع نیازهای خود نیست. سنجش سرعت خودرو، اندازه‌گیری دمای محیط، تهیه کردن چند متر مربع موکت برای پوشش دهی کف اتاق‌ها، ریختن حجم معینی از روغن موتور در موتور خودرو و... به طوری که ملاحظه می‌کنیم، از اندازه‌گیری سرعت خودرو و دمای محیط گرفته تا تهیه کردن چند لیتر روغن موتور، همه و همه وابسته به پارامترهای سنجش و اندازه‌گیری هستند.

واحدهای اندازه‌گیری که در کارهای گوناگون و با وسائل مختلفی سنجیده می‌شوند، در واقع مقیاس‌هایی هستند که در زندگی روزمره جا افتاده‌اند و هرکدام از ما، ناخودآگاه و در طول شبانه‌روز، بارها و بارها از آن‌ها استفاده می‌کنیم. در این میان اندازه‌گیری برخی از پارامترها و فاکتورها، مثل چهار نمونه‌ی بالا، به قدری معمول شده‌اند که همه قادر به استفاده از سرعت‌سنج خودرو، دماسنج، پیمانه‌های حجمی و چیزهایی از این دست هستند ولی برای مثال از یک فرد عادی جامعه نمی‌توان انتظار داشت که با طرز کار یک کولیس که وسیله‌ی اندازه‌گیری تخصصی یک تراشکار است، آشنایی داشته باشد. البته عکس این قضیه هم صادق است، یعنی یک تراشکار حرفه‌ای، الزاماً باید طرز کار کولیس، ورنیه و وسایل اندازه‌گیری مشابه را به خوبی فراگرفته و با آن‌ها آشنا باشد تا بتواند نیازهای شغلی و روزمره‌ی خود را مرتفع نماید.

یکی از رشته ها و حرفه‌هایی که علاوه بر اساتید، دانشجویان و تعمیرکاران تخصصی، در میان افراد عادی هم طرفداران و علاقه‌مندان بیشماری دارد، رشته‌های برق، الکترونیک و مخابرات می‌باشند. شاید علت این امر را بتوان این گونه تفسیر کرد که مصرف و کاربرد برق در جوامع امروزی چنان به جای جای زندگی ساکنین این کره‌ی خاکی نفوذ و رسوخ کرده و با زندگی آن‌ها پیوند خورده که قطع شدن یکی دو ساعته و کوتاه مدت آن، موجب ایجاد دردسرهای فراوانی شده و اگر تصادفاً و به هر دلیلی، تأمین جریان برق برای مدت نه چندان زیادی، مثلاً ۲۴ ساعت، دچار وقفه شود، چنان مصیبتی را رقم می‌زند که جامعه را با چالش قابل توجهی مواجه می‌سازد.

به این لحاظ، امروزه علاوه بر افراد متخصص و ذیربط با رشته های اشاره شده، اشخاص غیر متخصص در این حرفه‌ها هم ناگزیرند برای رفع قسمتی از نیازهای خود هم که شده، با اصول و فنون و رموز ساده‌ی برق آشنا شوند.

یکی از پرکاربردترین وسائلی که در این حیطه به میزان بسیار زیادی برای اندازه‌گیری‌های مختلف، مورد استفاده قرار می‌گیرد، مالتی متر، یا به اصطلاح نادرست خودمان، اُهم‌متر است! اُهم‌متر در دست یک تعمیرکار وسائل الکترونیکی یا یک تکنیسین برق، نقش کولیس در دست تراشکار را بازی می‌کند.

اگر اغراق نباشد، بعد از فاز متر، مهم‌ترین وسیله‌ای که در عیب‌یابی سیم‌کشی‌ها و تعمیر لوازم برقی خانگی و کارهای مشابه به کار می‌رود، اُهم‌متر است. با استفاده از این وسیله‌ی کوچک و نه چندان گران قیمت، تعمیرکار به راحتی می‌تواند از سلامت یا خرابی یک مقاومت، خازن، دیود و قطعاتی از این دست، آگاه شده و از میزان اندازه‌ی برخی از آن‌ها مطلع شود و برای مثال اندازه‌ی یک ولتاژ، فرضاً ولتاژ برق موجود در پریزهای منزل را اندازه بگیرد و از میزان فرکانس آن خبردار شود. البته کاربردهای اُهم‌مترها و به‌خصوص انواع پیشرفته‌تر و مجهزتر آن‌ها فراتر از این‌ها بوده و هرکس می‌تواند متناسب با نیازهای شغلی خود، از آن‌ها سود جوید.

در کلی‌ترین حالت، اُهم‌مترها را به دو گروه آنالوگ یا عقربه‌ای و دیجیتال یا رقمی تقسیم می‌کنند. هرکدام از این نمونه‌ها، محاسن و البته نقطه‌ضعف‌های خاص خودشان را دارند و به این لحاظ و با وجودی که نمونه‌ی دوم یعنی اُهم‌متر دیجیتالی جدیدتر و مدرن‌تر بوده و طرز کارش ساده‌تر و دقیق‌تر است، ولی واقعیت این است که برای انجام کارهای مختلف تعمیراتی و حتی تحقیقاتی، وجود هردوی آن‌ها ضروری می‌باشد و هنوز که هنوز است، هرکدام، جایگاه ویژه‌ی خودشان را حفظ کرده اند.

در اثر خلاصه و مختصری که پیش روی شما است، تلاش شده تا خواننده، با روش عملکرد و نحوه‌ی استفاده از اُهم‌مترهای دیجیتالی، در انجام کارهای برقی و الکترونیکی روزمره و معمول‌تر، آشنا شود.

کتاب حاضر که برگردانی از نسخه‌ی چاپ شده در سال ۲۰۱۰ آن می‌باشد، چهارمین ویرایش این اثر است که این، خود، گویای استقبال مناسبی از آن، لااقل در کشور آمریکا می‌باشد. در موقع مطالعه‌ی این اثر توجه داشته باشید که مثمر ثمر واقع‌شدن کتب و متون فنی، منوط به انجام کارهای عملی همزمان است. بنابراین اگر یک اُهم‌متر دیجیتالی در اختیار دارید، آن را در کنار کتاب گذاشته و سعی کنید همزمان با مطالعه‌ی مطالب هر بخش، آن را به طور عملی نیز بیازمایید. البته چه بهتر که این‌کار را زیر نظر یک استاد، یک دوست و یا هر فرد با تجربه‌ی دیگری انجام دهید. از همین ابتدا مطمئن باشید که اگر این کتاب را مثل کتاب‌های تاریخی، رمان، سیاسی، اجتماعی و غیره بخوانید، با رسیدن به انتهای آن شاید از انجام یک آزمایش پیوستگی ساده هم عاجز بمانید!

ولی اگر در حال حاضر فاقد اُهم‌متر هستید و تصمیم به خرید یکی از آن‌ها دارید، توصیه‌ی فوق‌الذکر را فراموش کرده و در خرید اُهم‌متر، دست نگهدارید. بهتر است کتاب را یک بار تا به

انتها مطالعه کرده و زیر قسـمت‌هایی از آن که به نظرتان مهم‌تر می‌رسـد، خطی بکشید. در لابه‌لای این مطالب به نکاتی اشـاره شـده که با جمع‌بندی و خلاصه‌برداری آن‌هـا می‌توانید ضمن مراجعه به فروشندگان این دستگاه‌ها، نمونه‌ی مناسب‌تری را برگزینید.

بـا وجـودی که مترجم نهایت تلاشـش را به کار بسـته تـا بتواند اثـر روان و کم‌غلطـی را تقدیم علاقه‌مندان نماید ولی شـک دارد که در این راه موفق شـده و نمره‌ی قبولی گرفته باشـد. دسـتیابی بـه موفقیت نهایی منوط به ارائـه‌ی دیدگاه‌های انتقادی و تذکرات اصلاحی اسـاتید فن، تعمیرکاران مجرب، و بالاخره خوانندگان نکته‌بینی است که مختصر صفحات این مجموعه را ورق می‌زنند.

و کلام آخـر این که آرزوی قلبی مترجم آن اسـت که اگـر روزی تصادفاً با یکی از مجلدات این اثر مواجه شد، آن را با جلدی مخدوش و شیرازه‌ای از هم گسسته و ظاهری دست خورده و اوراقی جدا از هم و در گوشـه‌ای از میز کار یک تعمیرکار یا هنرآموز بیابد، نه با ظاهری آراسـته و عطفی تانخورده و در لابه‌لای قفسه‌ای از یک کتابخانه‌ی لوکس، که شاهدی بر بی‌ثمربودن و ناخوانده‌ماندن آن باشد!

سَروین هنربخش
۱۳۹۱

فهرست

فصل اول

ایمنی

ایمنی در اندازه‌گیری‌های الکتریکی

معمولاً در سنجش کمیات الکتریکی از مالتی‌مترهای دیجیتالی استفاده می‌کنند. یک مالتی‌متر دیجیتالی که از این پس آن را به صورت مختصر، مالتی‌متر یا اُهم‌متر هم می‌نامیم، وسیله‌ی اندازه‌گیری است که حداقل دو یا تعداد بیشتری از کمیات الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند. برای سنجش کمیات مختلف الکتریکی مثل ولتاژ، جریان، مقاومت، فرکانس و غیره می‌توان از مالتی‌مترهای مختلفی سود جست. هر مالتی‌متر محدودیت‌ها و در عین حال خصوصیات ویژه‌ای دارد. از این مالتی‌مترها به طور وسیعی در کارهای خانگی و تجاری و نصب دستگاه‌های برقی صنعتی و کاربردهای تعمیراتی استفاده می‌شود.

در موقع استفاده از مالتی‌متر در کارهای گوناگون باید نکات ایمنی خاص هرکاربرد را رعایت نمود. در کتابچه‌ی همراه هر مالتی‌متر، به ویژگی‌ها و خصوصیات هر دستگاه اشاره شده و مراحل صحیح استفاده‌ی از آن، نکات ایمنی، کاربردها و هشدارهای ضروری تذکر داده می‌شوند. به همین دلیل یادتان باشد که پیش از انجام آزمایش بر روی هر وسیله‌ی برقی، با مراجعه به کتابچه ی دستگاه، از مراحل عملکرد صحیح، نکات ایمنی و محدودیت‌های مالتی‌متر موردنظر، مطلع شوید.

برق گرفتگی

بر اساس گزارش سازمان‌های ذیربط؛ فقط در ایالات متحده‌ی آمریکا، سالانه حدود ۱۰۰۰نفر در اثر برق گرفتگی جان خود را از دست می‌دهند. در ضمن بد نیست اطلاع داشته باشید که بر اساس گزارش سازمان‌های آتش‌نشانی، الکتریسیته، اولین باعث و بانی اکثر آتش‌سوزی‌ها می‌باشد و بروز این‌گونه حوادث، سالانه، چندهزارنفر را به کام مرگ می‌کشاند. سیم‌کشی نادرست یا استفاده‌ی نامناسب

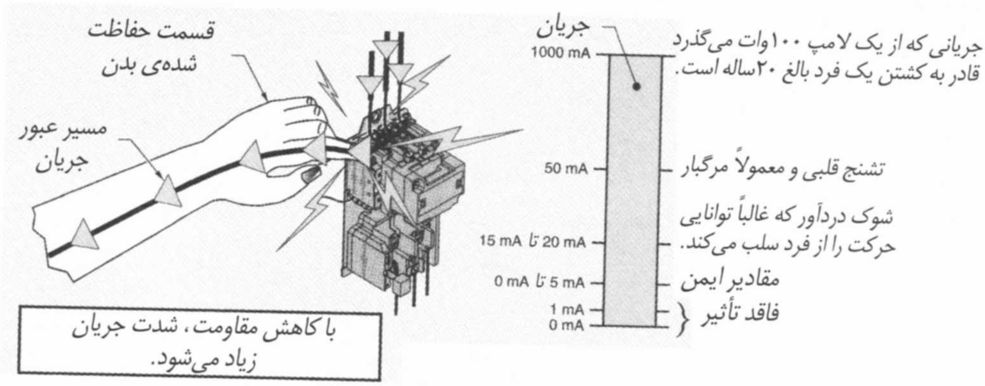
از برق، موجب خرابی بسیاری از دستگاه‌ها و در بسیاری از موارد صدمه دیدن صاحبان آن‌ها می‌شود.



شکل ۱ـ۱: *درموقع استفاده از مالتی‌مترها، رعایت نکات ایمنی و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، جزو ضروریات کار محسوب می‌شوند.*

در بسیاری از موارد، سنجش‌های الکتریکی باید برروی قطعاتی از دستگاه‌ها و وسائل الکتریکی صورت پذیرند که معمولاً در بسته و خارج از دسترس هستند. وقتی کاربَر ناچار است وضعیت یک قطعه یا اندازه‌ی یک کمیت الکتریکی را در حالی که قطعه یا مدار موردنظر به برق وصل است، بسنجد، رعایت نکات ایمنی و مجهزبودن به تجهیزات حفاظت فردی از ضروریات کار محسوب می‌شود تا از ایجاد برق‌گرفتگی ممانعت به عمل آید. به طور خلاصه، برق‌گرفتگی، شرایطی است که بدن فرد، قسمتی از یک مدار الکتریکی را تشکیل دهد. برق‌گرفتگی آثار متفاوتی داشته و از یک احساس لرزش ضعیف شروع شده و ممکن است به یک جریان مرگبار و کشنده ختم شود. همان‌گونه که در شکل ۱-۲ هم ملاحظه می‌کنید، شدت برق‌گرفتگی به: مقدار جریانی که برحسب میلی‌آمپر از بدن شخص عبور می‌کند، مدت زمانی که بدن شخص در معرض عبور جریان قرار دارد، مسیری که جریان یاد شده از بدن می‌گذرد، مساحتی از بدن شخص که با منبع مولد جریان در تماس است و بالاخره اندازه‌ی فیزیکی و شرایط بدنی فرد، بستگی دارد.

برق گرفتگی



تأثیر جریان برق

جریان تقریبی	تأثیر بر روی بدن شخص*
۸میلی‌آمپر و کمتر	شوک احساس می‌شود ولی دردآور نیست.
۸ تا ۱۵ میلی‌آمپر	شوک دردآور- شخص برق گرفته قادر است با انعکاس طبیعی بدن، محل تماس را جداکند.
۱۵ تا ۲۰ میلی‌آمپر	شوک دردآور- ممکن است محل تماس بدن شخص با منبع جریان، تاز مان قطع برق، به همان صورت، باقی بماند.
بیش از ۲۰ میلی‌آمپر	باعث انقباض شدید عضلانی، قطع ریتم تنفسی، تشنج قلبی و مرگ می‌شود.

* این آثار به زمان اعمال، مسیر عبور جریان، مساحت در تماس و شرایط بدن شخص هم بستگی دارند.

شکل ۱-۲: هرزمان که بدن شخص قسمتی از یک مدار الکتریکی را تشکیل دهد، خطر برق‌گرفتگی محتمل است.

جریانی که از مدار می‌گذرد به ولتاژ و مقاومت آن بستگی دارد. در هنگام برق گرفتگی، بدن تعمیرکار قسمتی از مدار را تشکیل می‌دهد. در این موارد، مقاومتی که بدن از خود نشان می‌دهد، متغیر و متفاوت است. برای مثال، مقاومت دستان عرق کرده و مرطوب کمتر از مقاومت دستان خشک می‌باشد و به طریق مشابه، مقاومت یک زمین مرطوب، به مراتب کمتر از مقاومت یک زمین خشک است. هرچه میزان مقاومت کمتر باشد، جریان بیشتری از مدار عبور می‌کند. هرچه شدت جریان بالاتر برود، خطر برق گرفتگی هم افزایش می‌یابد.

احتیاط: در موقع اندازه‌گیری‌های الکتریکی، فرض را بر این بگذارید که همه‌ی مدارها و قطعات مورد سنجش، برقدار هستند. برخی از قطعات الکترونیکی مثل خازن‌ها، حتی پس از قطع برق نیز، توانایی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی را دارند و می‌توانند موجب برق‌گرفتگی فرد شوند.

اگر خواستید به شخصی که دچار برق‌گرفتگی شده کمک کنید، از مراحل زیر پیروی نمایید:

۱ـ در اولین قدم، برق مدار را قطع و یا به هر طریق ممکن، مدار را خاموش کنید. اگر امکان قطع برق وجود ندارد یا زمان‌بَر است، برای جداسازی بدن شخص برق‌گرفته از منبع جریان، از هر جسم یا شئ عایق مثلاً یک تکه چوب استفاده نمایید. هرگز تا زمانی که برق را قطع نکرده‌اید، به بدن وی دست نزنید.

۲ـ پس از جداسازی فرد از مدار، بلافاصله تقاضای کمک کرده و در این فاصله سعی کنید بفهمید که آیا او نفس می‌کشد یا خیر؟ اگر احساس کردید که مصدوم، نفس نمی‌کشد و ضربان ندارد، ضمن رعایت اصول اولیه‌ی امدادهای پزشکی، از تنفس مصنوعی استفاده کنید تا قلب را فعال سازید.

۳ـ وقتی احساس کردید که مصدوم، ضربان خود را بازیافته و نفس می‌کشد، بدن وی را از نظر سوختگی و بریدگی بررسی کنید. سوختگی در اثر تماس مدار برقدار با بدن انسان و درست در محل ورود و خروج برق ایجاد می‌شود. برای درمان این نوع سوختگی، تا رساندن مصدوم به پزشک، از پمادهای ضد سوختگی کمک بگیرید. انجمن ملی حفاظت از حریق آمریکا (NFPA)، برای این‌گونه حوادث، مقررات خاصی را وضع کرده که با رعایت آن‌ها و تجهیز فرد می‌توان از بروز بسیاری از حوادث مرگبار ممانعت به عمل آورد.

۱۸ تجهیزات حفاظت فردی

این تجهیزات که اختصاراً «PPE» نامیده می‌شوند، البسه و وسایلی هستند که تعمیرکار با استفاده کردن از آن‌ها در محیط کار، آسیب‌های احتمالی را به حداقل ممکن می‌رساند. هربار که قرار باشد فردی بر روی مدارهای برقدار و یا در نزدیکی آن‌ها کار کند، باید از این لوازم استفاده نماید. این وسایل شامل: لباس‌های محافظ، پوشش سر، محافظ چشمان، گوش‌ها، دست‌ها و پاها، پشت، زانوها و کفپوش‌های لاستیکی عایق است که برخی از آن‌ها را در شکل ۱-۳ ملاحظه می‌کنید.

لباس مورد استفاده از مواد بادوامی تهیه می‌شود که ضد آتش بوده و بدن فرد را در مقابل اجسام و گوشه‌های تیز و نقاط داغ و با دمای بالا محافظت می‌کند. ماسک‌های محافظ یا کلاه‌های ایمنی، تکنیسین‌های برق را در مقابل ضربه، سقوط اجسام مختلف، برق‌گرفتگی و پرتاب اجسام مختلف به طرف آن‌ها، حفاظت می‌کنند. متناسب با کار موردنظر، می‌توان از محافظ‌های گوش، عینک‌های ایمنی، ماسک‌های تنفسی و دستکش‌های مناسب سود جست. برای مثال، در هنگام اندازه‌گیری جریانات یا ولتاژهای بالا (های ولتاژ)، برای ایجاد بیشترین حالت جداسازی و عایق نمودن بدن از قسمت‌های برقدار، باید از وسایل عایق و دستکش‌های لاستیکی استفاده نمود. به پاکردن کفش‌های ایمنی با پنجه‌های آهنی، پای تعمیرکار را در مقابل سقوط اجسام سنگین و تیز و داغ و... محافظت می‌کنند. همچنین به پاکردن چکمه‌های لاستیکی و در زیر پا قراردادن یک تکه کفپوش لاستیکی، خطر برق‌گرفتگی را تا میزان زیادی کاهش می‌دهند.

وسایل حفاظت فردی



شکل ۱ـ۳: برای کاهش خطرات احتمالی، درهنگام سنجش کمیات مختلف الکتریکی، از تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده کنید.

در هر کشوری برای اطلاع از کیفیت این‌گونه وسائل و تجهیزات می‌توان به دستورالعمل‌های سازمان‌های ذیربط مراجعه نمود. در ایران برای آگاهی از لیست این گونه وسایل حفاظت فردی می‌توان به وزارت کار یا مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مراجعه کرده و بروشورهای لازم را از آن‌ها تهیه نمود.

به توصیه‌ی این دستورالعمل‌ها، فقط افراد مجرب و دوره دیده اجازه دارند به مدارها و تابلوهای برق و نقاط دارای ولتاژهای فراتر از ۵۰ولت نزدیک شده و با آن‌ها کار کرده و یا تعمیرشان کنند.

وسایل و تجهیزات حفاظت فردی این‌گونه افراد باید مناسب کار با ولتاژهای موردنظر بوده و حتی کمی بالاتر از آن‌ها باشند. دستگاه‌ها، ابزارها، وسایل و مالتی‌مترهای مورد استفاده باید با کاربرد موردنظر، تناسب داشته باشند. در بسیاری از موارد باید از دستکش‌ها و لوازمی سودجست که ولتاژ مجاز و قابل قبول آن‌ها در کناره یا حاشیه‌شان حک شده است. این‌گونه وسایل و لوازم را با ولتاژهای مزبور تست کرده و از صحت عملکرد آن‌ها در شرایط یاد شده، اطمینان حاصل کنید. همیشه قبل از استفاده از دستکش‌های حفاظتی، از سوراخ و پاره نبودن و سالم بودن آن‌ها مطمئن شوید.

دستکش‌های لاستیکی عایق

این وسـایل جزو ضروری‌ترین وسایل و تجهیزات حفاظت فردی تعمیرکاران برق می‌باشند. سالم و مناسب بودن دستکش‌های لاستیکی و دستکش‌های محافظ چرمی را باید هر از گاهی بررسی و از سـلامت آن‌ها اطمینان حاصل کرد. به دست کردن این دستکش‌ها، دستان تعمیرکار (تازیربازوها) را در مقابل خطر برق‌گرفتگی، بیمه می‌نمایند.

دسـتکش‌های لاسـتیکی تا میزان بسـیارزیادی عایق بوده و در مقابل عبور جریان برق مقاومت زیـادی را از خود نشـان می‌دهند. اسـتفاده از دسـتکش چرمـی محافظ علاوه بر این‌که از دسـتکش لاسـتیکی زیرین محافظت می‌کند، یک عایق اضافی هم محسـوب می‌گـردد. همانطوری که جلوتر هم اشاره شد، حداکثر ولتاژ مجاز مناسب هر دستکش در قسمت مشخصات آن قید می‌گردد.

***احتیاط:** دسـتکش‌های لاستیکی برای کاربردهای خاصی طراحی می‌گردند و دستکش‌های محافـظ چرمـی برای حفاظت از دسـتکش‌های لاسـتیکی توصیه می‌شـوند. مقاومت دسـتکش‌های لاسـتیکی در مقابـل عبور جریان برق بسـیار بالا بوده و وظیفه‌ی ایجاد بیشـترین حالت عایق‌سـازی الکتریکـی به عهده آن‌ها گذاشـته می‌شـود. اسـتفاده‌ی نامناسـب از ایـن دسـتکش‌ها، بهره‌گیری از دسـتکش‌های تاریخ مصرف گذشـته[1] و گزینش نادرست آن‌ها برای یک کاربرد خاص ممکن است به بروز حوادث ناگوار و در بدترین حالت، به مرگ تعمیرکار منجر شود.*

قبل از آغاز به کار باید اشـیاء و اجسـامی که می‌توانند به دستکش‌های لاستیکی آسیب برسانند را از اطراف محل کار دور ساخت.

اگر احسـاس کردید که عینک یا دستکشـی فرسوده یا خراب شـده مطلقاً از آن استفاده نکنید و با نصب یک برچسب معیوب بر روی آن‌ها، این گونه لوازم را به انباردار یا شخص مسئول مرجوع نمایید.

لباس‌های مقاوم در برابر آتش

جرقه‌ای که از یک مدار الکتریکی تولید می شود ممکن است منجر به بروز آتش‌سوزی شود. وقتی قرار است بر روی دستگاه‌ها یا مدارهای برقدار و یا در نزدیکی آن‌ها کار کنید، برای حفاظت در مقابل جرقه، به همراه دسـتکش‌های لاسـتیکی، حتماً از لباس‌های مقاوم در برابر آتش هم استفاده نمایید. این‌گونه لباس ها را باید تا حد امکان پاکیزه و بهداشـتی نگهداری کرده و قبل از هر اسـتفاده باید آن ها را از نظر فرسودگی، پارگی و... وارسی نموده و لباس های مستعمل و خارج از رده را شناسایی و از گردونه‌ی مصرف، خارج نمود. بهتر اسـت به این جور البسـه، یک برچسب «غیرقابل استفاده» الصاق کرده و آن را به انباردار یا مسئول مربوطه مرجوع نمود.

۱ـ مواد لاسـتیکی عمر خاصی داشته و پس از سپری شـدن تاریخ مصرف‌شان، دچار مردگی، پارگی و خرابی‌هایی از این دست می‌گردند.

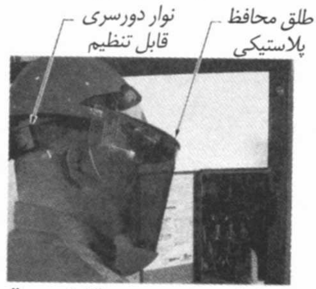
محافظ چشم

برای محافظت از چشم‌ها و صورت در مقابل اجسام پرتاب شده از اطراف، جرقه‌های ایجاد شده و انرژی تابشی ساطع شده از قسمت‌های داغ و سیم‌های حامل جریانات بالا، باید از محافظ‌های مناسبی سود جست. به طوری که در شکل ۱-۴ ملاحظه می‌کنید، تجهیزات حفاظتی چشم شامل عینک‌های ایمنی، عینک‌های با لنزهای تیره (برای محافظت از چشم در مقابل درخشش جرقه) و نقاب‌های محافظ صورت می‌گردند.

حفاظت از چشم



عینک ایمنی



محافظ صورت در مقابل جرقه



سرپوش مقاوم در مقابل جرقه

شکل ۱ـ۴: برای محافظت از چشم‌ها و صورت در مقابل اشیای پرتاب شده از اطراف، انرژی تابیده شده از قسمت‌های داغ و سیم‌های حامل جریانات بالا و جرقه‌های تولید شده، باید از تجهیزات حفاظتی مناسب استفاده نمود.

عینک‌های ایمنی یکی از تجهیزات حفاظتی چشم‌ها هستند که شیشه‌های ضدضربه یا طلق‌های شفاف و بدنه‌های تقویت شده و مقاوم و حفاظ‌های جانبی محکمی دارند. برای این‌که خطرات ناشی از واردآمدن ضربه به اطراف سر و صورت تکنیسین در هنگام کار با دستگاه‌های الکتریکی، به حداقل ممکن کاهش یابد و قاب نگهدارنده‌ی لنزها نشکند، بدنه‌ی مزبور را از جنس پلاستیک می‌سازند. وجود حفاظ‌های جانبی در بدنه‌ی عینک از اصابت اجسام پراکنده در فضا به چشمان تعمیرکار، ممانعت به عمل می‌آورند. عینک‌هایی که لنز آن‌ها قدری رنگی بوده و از شیشه‌های ایمنی ضد ضربه ساخته شده‌اند، چشمان فرد را در مقابل جرقه‌های ایجاد شده در ولتاژهای پایین محافظت می‌کنند. عینک‌های ایمنی فاقد شیشه‌های رنگی ولی با حفاظ‌های جانبی را می‌توان برای کار بر روی سیستم‌های PLC در محیط‌های ایمن معمولی و ولتاژهای ۵۰ ولت و کمتر هم مورد استفاده قرار داد. یک جور عینک‌های ایمنی دیگر هم وجود دارند که بدنه‌ی پلاستیکی داشته و به وسیله یک تسمه یا کِش به دور سر تعمیرکار بسته می‌شوند. حاشیه‌ی قسمت نگهدارنده‌ی لنز این عینک‌ها طوری است که فضای بین صورت تعمیرکار و بدنه‌ی عینک را کاملاً پرکرده و آن‌ها را به راحتی به همراه عینک‌های طبی تکنیسین‌ها نیز می‌توان به‌کاربرد. نمونه‌هایی که فاقد شیشه‌های رنگی بوده و لنزهای شفاف و ساده‌ای دارند را می‌توان برای ممانعت از ترشح مایعات و همچنین جلوگیری از اصابت اشیاء سرگردان در فضا به چشمان تعمیرکار مورد استفاده قرار داد. از عینک‌های با شیشه‌ی رنگی، گاهی اوقات برای حفاظت از چشمان تعمیرکار در مقابل جرقه‌های تولید شده در ولتاژهای پایین سود می‌جویند.



شکل ۱ـ۵: در هنگام کار بر روی مدارات و دستگاه‌های برقدار و یا در نزدیکی آن‌ها، استفاده از دستکش‌های لاستیکی و همچنین دستکش‌های چرمی محافظ، تعمیرکار را در مقابل خطر برق‌گرفتگی و جرقه‌های احتمالی ایجاد شده محافظت می‌کنند.

ماسک‌ها یا نقاب‌های صورت یکی از تجهیزات حفاظت فردی محسوب می‌شوند که تمام صورت را با یک لایه‌ی پلاستیکی پوشش داده و از چشمان و صورت تعمیرکار در مقابل اجسام سرگردان و پراکنده در فضا، محافظت می‌نمایند. در برخی از مدل‌های این وسایل، به‌جای طلق یا شیشه‌ی شفاف ساده، از نمونه‌های رنگی و تیره استفاده شده و به این ترتیب از آن‌ها می‌توان برای محافظت چشم‌ها و صورت در مقابل جرقه‌های تولید شده در ولتاژهای پایین نیز سود جست.

سرپوش محافظ در مقابل جرقه یکی دیگر از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی است که کل سر تعمیرکار را با قسمت‌های پلاستیکی و سایر مواد، کاملاً می‌پوشاند. از این وسایل برای حفاظت تعمیرکار در مقابل جرقه‌های ایجاد شده در مدارات با ولتاژهای بالا استفاده می‌کنند. تکنیسین‌هایی که با مدارات و دستگاه‌های متصل به ولتاژهای بالا کار می‌کنند حتماً باید از این سرپوش‌ها استفاده نمایند.

برای این‌که عینک‌های ایمنی، محافظ‌های صورت و سرپوش‌های محافظ بتوانند وظیفه‌ی حفاظتی خود را به نحو احسن انجام داده و از لنز یا طلق شفاف و تمیزی برخوردار باشند، آن‌ها را باید به طریق مناسبی نگهداری نمود. وقتی لنز یا طلق این وسایل کثیف و کدر می‌شود برای تمیز کردن آن‌ها بهتر است از شیشه‌پاک‌کن‌های مخصوص سودجسته و مطلقاً نباید از حلال‌های قوی و خورنده‌ای مثل تینر، الکل صنعتی، آستون و موادی از این دست استفاده نمود. مضرس شدن یا خراش افتادن و خط برداشتن لنزها و شیشه‌ها، علاوه بر این‌که دید تکنیسین را کم می‌کنند، امکان بروز شکستگی در اثر اصابت اولین ضربه به آن‌ها را هم افزایش می‌دهد.[۱]

کفپوش عایق لاستیکی

برای این‌که خطر برق‌گرفتگی افرادی که با مدارات برقدار سروکار دارند به حداقل ممکن برسد، ازیک کفپوش عایق لاستیکی در زیر پای آن‌ها سود می‌جویند. در قسمت جلویی دستگاه‌های با ولتاژ بالا یا تابلوهای فشار قوی فاقد درب محافظ، از یک تکه کفپوش لاستیکی عایق الکتریسیته که سطح آجداری دارد، استفاده می‌کنند. تعمیرکارهایی که با ولتاژهای بالاتر از ۵۰ ولت سروکار دارند بهتر است حتماً از چنین کفپوش‌هایی در زیر پاهای خود بهره ببرند. به‌طوری که در جدول شکل ۱-۶ ملاحظه می‌کنید، این کفپوش‌ها را در اندازه‌های مختلف و برای استفاده در ولتاژهای گوناگونی، تولید و عرضه می‌کنند.

استاندارد ایمنی ۶۱۰۱۰ (IEC)[۲]

این سازمان، نهادی است که در استانداردهای بین‌المللی دستگاه‌های الکتریکی تحقیق و تفحص

۱ـ همان‌طوری که ملاحظه کرده‌اید شیشه‌بُرها برای بریدن شیشه، ابتدا با الماس روی سطح شیشه، خراش کوچکی ایجاد کرده و با اعمال یک ضربه‌ی مختصر، شیشه را از همان محل برش می‌زنند.

۲ـ سازمان بین‌المللی الکتروتکنیک

می‌نماید.

ابعاد و مقادیر مجاز کفپوش‌های لاستیکی عایق

حداکثر ولتاژ کار	ولتاژ تحت آزمایش	پهنای کفپوش (اینچ)	ضخامت کفپوش		استاندارد ایمنی
			میلیمتر	اینچ	
450	11000	36	6	0.236	*BS921
450	11000	48	6	0.236	*BS921
650	15000	36	9	0.354	*BS921
650	15000	48	9	0.354	*BS921
1000	10000	39	3	0.118	VDE0680†
17000	25000	24	6	0.236	ASTM D178‡
17000	25000	30	6	0.236	ASTM D178‡
17000	25000	36	6	0.236	ASTM D178‡
17000	25000	48	6	0.236	ASTM D178‡

• چهار ردیف اول، استانداردهای انگلیس، ردیف وسط، استاندارد آلمان و چهار ردیف آخر استانداردهای آمریکا هستند.

شکل ۱ـ۶: در هنگام کار با مدارهای الکتریکی برقدار، استفاده از یک کفپوش یا زیرپایی لاستیکی عایق، از برق‌گرفتگی تعمیرکار ممانعت کرده و یا امکان وقوع آن را به حداقل کاهش می‌دهد.

در هنگام کار با دستگاه‌های سنجش و اندازه‌گیری کمیات الکتریکی، مثل مالتی‌مترها، رعایت نکات توصیه شده و استانداردهای این مؤسسه، موجب کاهش خطرات ناشی از عوامل و شرایط پیش‌بینی نشده می‌گردند. برای مثال وقتی تعمیرکاری با یک مالتی‌متر یا سایر ابزارهای سنجش کمیات‌های الکتریکی، مشغول کار بر روی یک مدار یا دستگاه می‌باشد، اضافه جهش ولتاژ در سیستم توزیع انرژی می‌تواند خطرآفرین بوده و جان او را تهدید نماید.

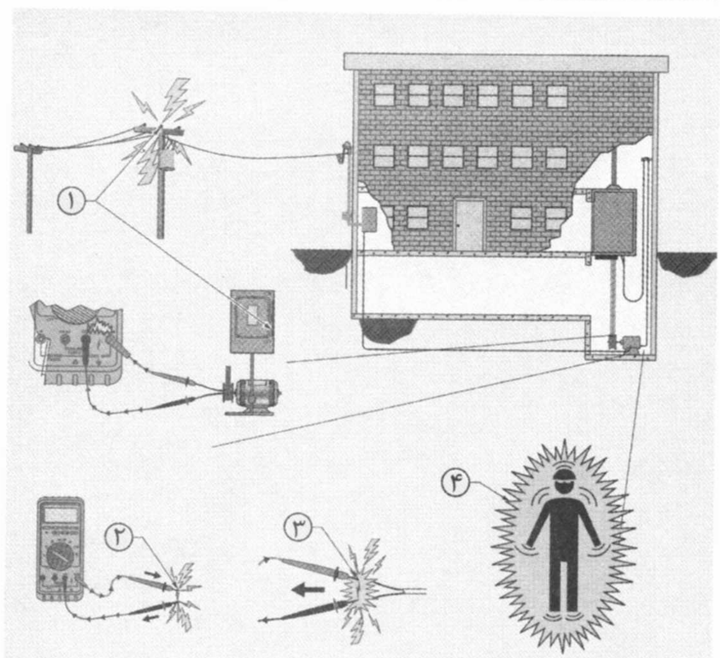
اضافه جهش ولتاژ، ولتاژ فراتر از حد معمولی است که ممکن است به صورت زودگذر و در یک یا چندتا از خطوط حامل انرژی پدید آید. مقدار و زمان رخدادن اضافه جهش ولتاژ، ثابت نبوده و ممکن است با ترکیبات مختلفی از حالت‌های گوناگون اتفاق بیفتد. یکی از انواع اضافه جهش‌های ولتاژ، ولتاژ لحظه‌ای یا گذرا است. ولتاژ گذرا (یا ضربه پالسی) یک ولتاژ لحظه‌ای و نامطلوب مدارهای الکتریکی محسوب می‌شود. این ولتاژها که در زمان‌های بسیار کوتاهی رخ می‌دهند نامنظم بوده و از اندازه‌های بسیار بالایی برخوردارند. ولتاژهای گذرا در هنگام قطع و وصل مدار، دستگاه‌های الکتریکی فیلتر نشده و همچنین صاعقه، ایجاد می‌شوند.

وسیله‌ای به نام حذف‌کننده اضافه جهش ولتاژ وجود دارد که با محدودکردن تراز ولتاژ، خط را در مقابل ولتاژهای گذرای با میزان بالا، حفاظت می‌نماید. IEC، برای حفاظت پرسنل و مالتی‌مترها و سایر دستگاه‌های سنجش، استاندارد خاصی را برای فاصله‌ی بین قطعات نصب شده در یک صفحه

مدار و همچنین فاصله‌ی بین قطعات در داخل وسیله‌ی سنجش پیش‌بینی کرده است. هرچه ولتاژ کار بالاتر باشد، اندازه‌ی این فواصل هم بیشتر خواهد بود.

گاهی اوقات اندازه‌ی ولتاژهای گذرا به چندهزار ولت هم می‌رسد. مثلاً ولتاژ گذرای برق شهر ۱۲۰ یا ۲۴۰ ولتی، ممکن است در یک لحظه، ۱۰۰۰ ولت (۱کیلو ولت) یا بیشتر هم بشود. در موقع خاموش کردن مصرف‌کننده‌های پرقدرت، که جریان زیادی از مدار می‌کشند و همچنین در هنگام وقوع صاعقه، ولتاژهای گذرای بسیار شدیدی به وجود می‌آیند (شکل ۱-۷).

ولتاژ گذرا



۱-قطع و وصل مصرف‌کننده‌های قوی یا بروز صاعقه باعث تولید ولتاژهای گذرای شدیدی در خطوط توزیع انرژی برق می‌شود که ممکن است به جرقه‌زنی حدفاصل ترمینال‌های ورودی مالتی‌متر بیانجامد.

۲- با عبور یک جریان شدید در یک مدار بسته، ممکن است در حد فاصل بین نوک سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر، جرقه ایجاد شود.

۳- وقتی سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر در واکنش به یک سیگنال ناخواسته‌ی شدید، عقب کشیده می‌شوند، جرقه‌ی حاصله به ترمینال‌های دستگاه انتقال می‌یابد.

۴- در صورتی که انرژی جرقه‌های تولید شده در قسمت‌های مختلف به نحوی به یکدیگر ملحق شوند، جرقه‌ی پرانرژی ایجاد شده می‌تواند جان کاربَر را تهدید نماید.

شکل ۱ـ۷: در موقع انجام سنجش‌های مختلف در یک مدار الکتریکی، ولتاژهای گذرا می‌توانند موجب برق‌گرفتگی کاربَر یا صدمه دیدن دستگاه‌ها شوند.

برای مثال، وقتی یک موتور الکتریکی بزرگ ۱۰۰ اسب را خاموش می‌کنیم، خط برق رسانی متصل به آن، با یک ولتاژ گذرای شدید مواجه می‌شود. اگر در این شرایط، شخصی با یک مالتی‌متر، مشغول اندازه‌گیری ولتاژ خط باشد، ممکن است در اثر وقوع ولتاژ گذرای مزبور، در مدار داخلی مالتی‌متر، جرقه‌ی تولید شود. در این‌گونه موارد ممکن است حتی پس از رفع‌شدن ولتاژگذاری شدید اصلی، جرقه ایجاد شده باعث بروز یک حالت اتصال کوتاه با جریان بسیار زیاد گردد. در این صورت خود این اتصال کوتاه با جریان بالا می‌تواند موجب تولید جرقه گردد.

در واقع جرقه‌زنی را می‌توان انفجاری دانست که وقتی هوای اطراف یک دستگاه یا وسیله‌ی الکتریکی یونیزه شده و هادی جریان برق می‌گردد، رخ می‌دهد. اندازه‌ی جریان کشیده شده از مدار و میزان خسارت وارده، به موقعیت خاص محل وقوع جرقه در سیستم توزیع انرژی بستگی دارد. همه‌ی شبکه‌های توزیع قدرت، برای محدودکردن جریان عبوری، در طول مسیرخود از فیوزها و مدار شکن‌های خاصی سود می‌جویند. با دورشدن از تابلوی اصلی، جریان مجاز فیوزها و مدارشکن‌ها هم کاهش می‌یابد. هرچه فاصله‌ی مصرف‌کننده از تابلوی توزیع اصلی بیشتر شود، امکان صدمه دیدن دستگاه‌ها در اثر ولتاژهای گذرای بالا، کمتر می‌گردد.

> **احتیاط:** *پس از لیزر، قوس الکتریکی، داغ‌ترین منبع مولد گرمای موجود می‌باشد. قوس‌های الکتریکی توانایی تولید دمایی در حدود ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد را دارند. چنین دمایی به راحتی می‌تواند بدن فرد واقع در فاصله‌ی ۶متری را، دچار سوختگی کرده و اگر فاصله به حدود ۲/۵متر برسد، باعث مرگ او شود.*

گروه‌بندی اندازه‌گیری‌ها

استاندارد IEC۶۱۰۱۰، کاربرد مالتی‌مترها را به چهار گروه تقسیم می‌کند. بر روی جعبه‌ی مالتی‌مترها، نوع کاربرد دستگاه را با اشاره به این گروه بندی‌ها که اختصاراً CAT نامیده می‌شوند، مشخص می‌کنند. به این ترتیب این تقسیم‌بندی شامل CAT۱، CAT۲، CAT۳ و CAT۴ می‌گردد. با مراجعه به نوع مالتی‌متر موجود و گروه‌بندی آن می‌توان به ولتاژ لحظه‌ای که دستگاه مزبور، در هنگام استفاده در سیستم توزیع انرژی، در مقابل آن مقاوم خواهد بود، پی برد.

برای مثال، یک مالتی‌متر گروه ۳ را می‌توان به راحتی و با ایمنی کامل برای اندازه‌گیری یک ولتاژ گذرای ۶۰۰۰ولت (با زمان صعود ۲میلی‌ثانیه و ۵۰میلی ثانیه زمان تداوم) به کار برد. وقتی مالتی‌متری برای سنجش ولتاژهای بیش از ۶۰۰ ولت به کار گرفته می‌شود، باید توانایی تحمل ولتاژهای گذرای ۸۰۰۰ ولت را داشته باشد. در این صورت وسیله‌ی اندازه‌گیری موردنظر باید تحمل مقاومت در برابر ۲۰ولتاژ گذرا را داشته باشد، ده ولتاژ گذاری مثبت و ده ولتاژ گذرای منفی. اگرچه مالتی‌متری که توانایی مقابله با چنین ولتاژهای گذرایی را دارد ممکن است در مواجهه‌ی با آن‌ها آسیب ببیند ولی

در عوض به تکنیسین و سایر امکانات موجود، صدمه‌ای نخواهد رسید. برای محافظت از جان تعمیر کار در مقابل ولتاژهای گذرا، باید در داخل همه‌ی دستگاه‌های اندازه‌گیری، از سیستم‌های حفاظتی مناسبی استفاده کرد. در میان موارد استاندارد خاصی که برای مالتی‌مترها به کار می‌روند، بیشترین تأکید متوجه کاهش خطرات ناشی از برق‌گرفتگی، آتش‌سوزی و ایجاد جرقه می‌باشد. مالتی‌متری که در مقابل این خطرات محافظت شده باشد، از ایمنی بالایی برخوردار است.

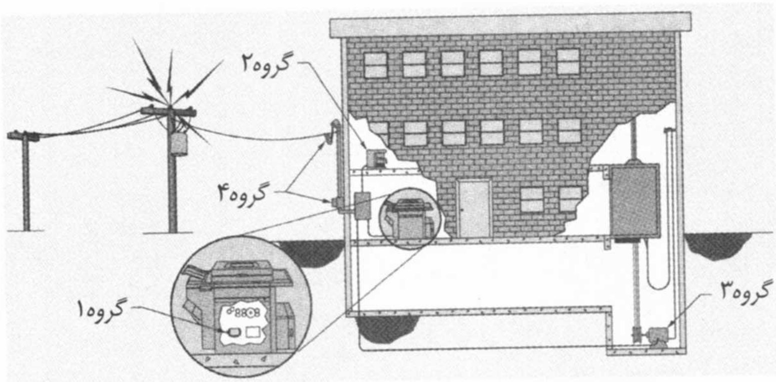
از یک مالتی‌متر گروه ۳ یا ۴ به راحتی می‌توان برای کارهای برقی یک ساختمان که مصرف‌کننده‌های ثابت و سه فازی دارد سود جسته و همچنین تابلوهای برق سه فاز را به سادگی و با اطمینان وارسی و عیب یابی نمود. تمام قسمت‌های الکتریکی نصب شده از جمله تابلوهای اصلی ساختمان، نواحی با ولتاژ بالا محسوب می‌شوند. در کاربردهای صنعتی، این گروه‌بندی‌های خاص (۳و۴) معیارهای بسیار مهمی محسوب می‌شوند. هرچه شماره‌ی این گروه‌بندی‌ها بالاتر برود، نشانه‌ی آن است که با مالتی‌متر مزبور می‌توان توان‌های الکتریکی قوی‌تری را بررسی کرده، جریانات اتصال کوتاه شدیدتری را کنترل نموده و ولتاژهای گذرای بالاتری را ارزیابی کرد. همانطوری که در شکل ۱-۸ هم ملاحظه می‌کنید، یک مالتی‌متر گروه ۳ توانایی مقابله با ولتاژهای گذرای بالاتری از گروه ۲ را دارد.

وقتی از مالتی‌متری برای کار بر روی سیستم‌های توزیع انرژی استفاده می‌شود، باید از نمونه‌ای استفاده نمود که گروه‌بندی آن با ولتاژهای گذرای خط مزبور همخوانی داشته باشد. ولتاژهای گذرای قوی و خطرناک مثل صاعقه، پس از عبور از امپدانس سیستم (مقاومت AC) و سیستم زمین پیش بینی شده در سیم‌کشی ساختمان، تا حدود زیادی مستهلک و تضعیف می‌گردند. بر اساس استاندارد IEC۶۱۰۱۰، هرچه ولتاژ موردنظر بیشتر باشد، دستگاه‌ها و سیستم‌های مورد استفاده نیز باید از توانایی‌های بیشتری در مقابل ولتاژهای گذرای قوی‌تر برخوردار باشند. برای مثال مطمئناً یک مالتی‌متر دیجیتالی گروه ۳ با ولتاژ مجاز ثابت ۱۰۰۰ ولت از حفاظت بیشتری نسبت به یک مالتی‌متر مشابه هم گروه ولی با ولتاژ مجاز ثابت ۶۰۰ ولت برخوردار است. این در حالی است که، سایر توانایی‌ها و امکانات هر دو دستگاه با هم یکی می‌باشند. لذا در موقع گزینش مالتی موردنیاز، در وهله‌ی اول باید بر اساس گروه‌های سنجشی IEC عمل کرده و در مرحله‌ی بعدی، ولتاژ موردنظر را بررسی نمود.

اصولاً استانداردهای عمومی و دستورالعمل‌های خاص نواحی مختلف هر کشور، مواردی هستند که در وهله‌ی اول برای حفاظت از جان افراد و در مرتبه‌ی بعدی برای محافظت از دستگاه‌ها و سیستم‌ها، تهیه و تدوین می‌شوند. در واقع دستورالعمل‌های تنظیم شده از طرف این‌گونه سازمان‌ها، حداقل نیازها و ضروریاتی است که برای نظارت بر یک کار خاص ارائه می‌گردند. استاندارد، دستورالعمل یا مبانی پذیرفته‌شده‌ای است که از طرف نهادهای ذیربط، تدوین گردیده و در اختیار کاربَران و سازندگان قرار داده می‌شود.

گروه‌های چهارگانه‌ی اندازه‌گیری براساس استاندارد IEC۶۱۰۱۰

گروه	خلاصه‌ی کاربرد	مثال‌های نمونه
۱	الکترونیک	دستگاه‌های الکترونیکی حفاظت شده. دستگاه‌های متصل به منابعی که ولتاژهای گذرای آن‌ها در حد پایینی قرار دارند. هرجور منبع یا ولتاژ بالا ولی با توان پایین مثل قسمت «های ولتاژ» یک دستگاه فتوکپی یا لامپ تصویر تلویزیون.
۲	مصرف‌کننده‌های متصل به برق تکفاز	دستگاه‌ها و ابزارهای پُرتابل خانگی و مصرف‌کننده‌های مشابه. پریزها و مدارات با فاصله‌ی زیاد و دور از منبع اصلی انرژی. پریزهای با فواصل بیش از ۱۰متر از حیطه‌ی عملکرد مالتی‌مترهای گروه۳. پریزهای با فواصل بیش از ۲۰متر از حیطه‌ی عملکرد مالتی‌مترهای گروه ۴.
۳	برق‌های سه‌فاز شامل سیستم‌های روشنایی تجاری تکفاز	دستگاه‌ها یا سیستم‌هایی که به صورت ثابت در جایی نصب شده اند مثل موتورهای چند فاز و پست‌های فشار قوی. شمش‌های مسی و توزیع‌کننده‌های اصلی برق در تأسیسات صنعتی. خطوط تغذیه‌کننده‌ی منشعب از خطوط اصلی، مدارات موجود در فاصله کمی از خطوط اصلی و وسایل به‌کاررفته در تابلوی توزیع. سیستم‌های روشنایی در ساختمان‌های بزرگ. پریزهایی که درفاصله کوتاهی از خط اصلی، به آن وصل شده‌اند.
۴	محل اتصال به برق سه‌فاز شهر و اصولاً قسمت‌های مختلف قبل از کنتور و بیرون از خانه	مربوط به محل نصب کنتور، جایی که انشعابات ضعیف و عادی از تابلوی اصلی گرفته می‌شوند. کنتورها، وسایل محافظ جریان‌های غیر مجاز، فیوزها. برق ورودی به ساختمان تا قبل از کنتور، حدفاصل جعبه تقسیم بیرون ساختمان تا کنتور یا تابلو، حد فاصل بین کنتور تا تابلوی اصلی. حدفاصل کابل‌های هوایی تا جعبه تقسیم خارج ساختمان.



شکل ۱ــ۸: استاندارد IEC۶۱۰۱۰، کاربرد مالتی‌مترها را به چهار گروه تقسیم می‌کند.

سازمان‌ها و تشکیلات مستقل ذیربط در بحث اندازه‌گیری



شکل ۱ـ۹: *در موقع انجام اندازه‌گیری‌های برق همیشه سعی کنید ضمن به کارگیری تجهیزات حفاظت فردی ضروری، از مالتی‌متری با گروه‌بندی مناسب استفاده کنید.*

این دستورالعمل‌ها و استانداردها به کاربَر و مصرف‌کننده، اطمینان خاطری می‌دهند که یک دستگاه برقی به طریق ایمنی ساخته و نصب شده و در این فرآیندنهایت دقت و کوشش معمول گردیده تا کاربَران دچار خطر برق‌گرفتگی نشوند. البته باید توجه داشت که مؤسسات استانداردی مثل IEC، وظیفه‌ی تهیه و تنظیم و تدوین مقررات و دستورالعمل‌های حفاظتی را دارند ولی آزمایش و نظارت و اطمینان از رعایت این مقررات به عهده آن‌ها نیست. وقتی در قسمت مشخصات یک مالتی‌متر که معمولاً در پشت دستگاه حک شده و یا به آن‌ها الصاق می‌گردد، اسمی از یکی از آزمایشگاه‌های سنجش تأیید شده مثل CSA یا UL به میان می‌آید، مفهومش این است که محصول یاد شده، با استانداردهای آن موسسات همخوانی دارد. در این‌گونه موارد علاوه بر نام سازمان مزبور و برای جلب اطمینان بیشتر مصرف‌کننده، به یک شماره یا کُد خاص هم اشاره می‌شود. در ضمایم انتهای کتاب، آدرس پستی و سایت برخی از این مؤسسات ارائه گردیده است. در شکل ۱-۱۰ نمایی از پشت یک مالتی‌متر را ملاحظه می‌کنید که علاوه بر مشخصات دستگاه، در قسمتی از آن، به این اطلاعات هم اشاره شده است.

> **احتیاط:** *همیشه قبل از استفاده از هر مالتی‌متر، برای اطلاع از مراحل صحیح عملکرد دستگاه و نکات ایمنی و محدودیت‌های فنی آن، کتابچه همراه مالتی‌متر را به دقت مطالعه کنید.*



شکل ۱ـ۱۰: یک نماد خاص و یک کُد ویژه که نشان دهنده متابعت دستگاه از استانداردهای IEC است.

انجمن ملی حفاظت در مقابل حریق[1]

این مؤسسه یکی از سازمان‌هایی است که در رابطه با سوخت و احتراق و دستگاه‌های ذیربط و خطرات ناشی از آن‌ها، رهنمودهای مفیدی را تدوین و در اختیار کاربَران قرار می‌دهد. یکی از زیرمجموعه‌های این مؤسسه که NEC نام دارد، به تهیه و تنظیم دستورالعمل‌های الکتریکی ملی می‌پردازد. وظیفه‌ی اصلی این سازمان، ارائه‌ی راهکارهای عملی و مناسبی برای حفاظت از جان افراد و همچنین دستگاه‌ها در استفاده از انرژی برق می‌باشد. این دستورالعمل‌ها معمولاً مورد بازبینی قرار گرفته و هرسه سال یکبار، تجدید نظر می‌شوند. در بسیاری از نواحی مختلف، در نصب دستگاه‌ها و وسایل برقی، از توصیه‌های این مؤسسه استفاده می‌گردد. بیشترین تأکید این سازمان در وهله‌ی اول، حفاظت از جان افراد، و در مرتبه‌ی بعدی، حفاظت از دستگاه‌ها می‌باشد.

اداره‌ی ایمنی و بهداشت شغلی[2]

این سازمان که در سال ۱۹۷۰ میلادی تأسیس شده، شرایط محیطی مناسب و ایمن برای شاغلین مراکز صنعتی و تجاری را تدوین می‌نماید. طبق دستورالعمل‌های این سازمان، شرایط مزبور باید به گونه‌ای باشد که شاغلین بتوانند بدون دغدغه‌ی خاطر و در یک فضای مناسب و ایمن، کارخود را انجام دهند.

یکی از اولین نکات مورد توجه NFPA، رعایت‌کردن و تأمین خواسته‌ها و توصیه‌های OSHA و NEC می‌باشد. در واقع OSHA کارفرما را به ایجاد یک محیط کاری ایمن وادار کرده و NFPA و NEC، مقررات و نیازهای ضروری برای خلق چنان محیطی را تعریف می‌کنند.

---

1. NFPA
2. OSHA

انجمن ملی سازندگان لوازم برقی [1]

در واقع این نهاد سازمانی است که با دادن اطلاعات ضروری و وضع استانداردهای مناسب، سازندگان لوازم برقی را در زمینه‌های انتخاب صحیح، مقادیر مجاز، نحوه‌ی ساخت، تست کردن و نحوه‌ی عملکرد محصولات‌شان، یاری می‌دهد. استانداردهای این مؤسسه رهنمودهای مناسبی برای سازندگان و نحوه‌ی استفاده از لوازم برقی تلقی می‌گردد.

زمین‌کردن

برای محافظت از جان کاربَران در مقابل خطر برق‌گرفتگی و ایمن‌سازی دستگاه‌های برقی، مدارهای الکتریکی را از طریق یک خط ویژه، به زمین متصل می‌کنند. یکی از مهمترین پارامترها در جلوگیری از ایجاد شرایط خطرناک، زمین‌کردن مناسب ابزارهای برقی و دستگاه‌ها و همچنین سیستم انتقال انرژی برق می‌باشد. زمین‌کردن به معنی متصل‌ساختن تمام قسمت‌های فلزی و فاقد جریان برق دستگاه یا سیستم به زمین می‌باشد. در این صورت و با ایجاد خط زمین، مسیر مستقیمی برای هدایت جریان‌های ناخواسته (که در اثر ایجاد یک عیب یا ایراد در سیستم بروز می‌کند) فراهم شده و به افراد یا دستگاه‌ها، آسیبی وارد نمی‌شود.

این قسمت‌های فلزی فاقد جریان که به زمین مربوط می‌گردند شامل: بدنه‌های فلزی، لوله‌ها یا کانال‌های عبور سیم، انواع محفظه‌ها و قوطی‌های مختلف و بدنه‌ی دستگاه‌ها می‌شوند.

این جریان‌های ناخواسته اکثراً به دلیل فرسوده شدن عایق سیم‌ها و یا اتصال یک سیم یا قطعه‌ی حامل جریان با یک قسمت فاقد جریان یا بدنه‌ی دستگاه ایجاد می‌گردند. وقتی سیستمی به صورت مناسب به زمین وصل شده باشد، عبور جریان ناخواسته باعث قطع فیوز یا مدارشکن موجود می‌گردد. در این صورت و به مجرد قطع‌کردن فیوز، مدار باز شده و هیچ جریان اضافی از آن نخواهد گذشت.

قطع‌کردن، قفل‌زدن و آویزان‌کردن برگه‌ی هشدار

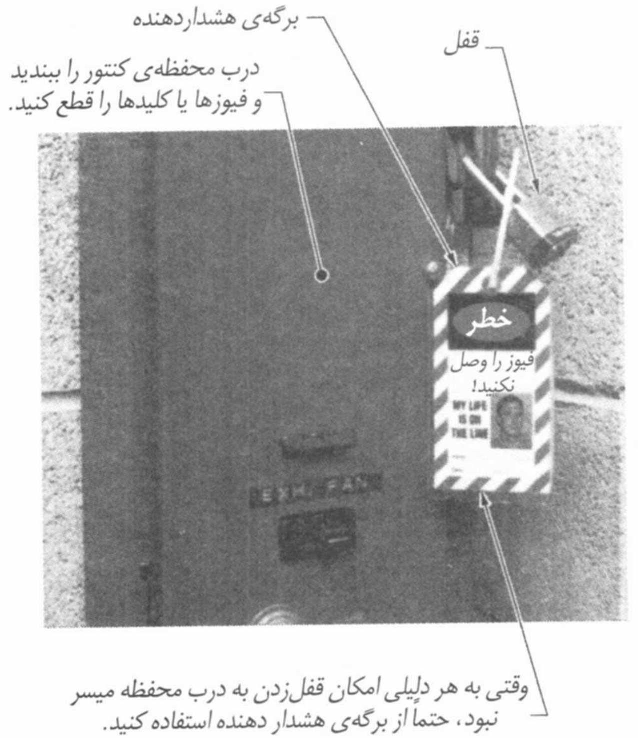
وقتی قرار است تعمیرکاری بر روی یک دستگاه خاص متصل به برق شهر یا قسمتی از سیم کشی یک محل، کار کند ممکن است به دلیلی ناچارشود، برق یک قسمت یا کل آن مجموعه را قطع نماید. برای مثال، اگر وی مجبورشود برای ترمیم سیم‌کشی یک ساختمان، با برداشتن یا قطع کردن فیوز زیر کنتور، کل برق ساختمان را قطع کند، باید تدبیری بیاندیشد که تا قبل از اتمام کارش، شخص ثالثی، ندانسته، برق را وصل نکند. در این صورت اگر کنتور و فیوز آن در داخل جعبه‌ی مناسبی که درب محفظه‌ی آن قفل دارد، قرار داشته باشند، تعمیرکار می‌تواند ضمن قطع برق یا برداشتن فیوز از روی پایه و قفل‌کردن درب محفظه‌ی شامل آن‌ها، یک برگه‌ی هشدار نیز به محل قفل آویزان کند که مثلاً: «***سیم‌کشی در دست تعمیر است، لطفاً برق را وصل نکنید!***» طبق استانداردهای OSHA، قبل

1- NEMA

از انجام هرگونه عملیات تعمیر، نگهداری و یا نصب دستگاه‌های برقی، باید منبع انرژی الکتریکی را قطع کرده و با بستن و قفل زدن درب آن و همچنین آویزان‌کردن یک برگه‌ی هشدار، سایر کارکنان و ساکنین را از کم و کیف قضیه آگاه نمود. یک نمونه از این کار را در شکل ۱-۱۱ ملاحظه می‌نمایید.

آویختن یک برگه‌ی هشدار به درب محفظه‌ی شامل کلیدها، فیوزها و... از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و اگر به هر دلیلی امکان قفل‌زدن به درب مزبور میسر نبود لااقل حتماً از این برگه‌ی هشداردهنده استفاده نمایید. این برگه باید یک سوراخ و یک قلاب یا تسمه برای آویزان کردن به محل مورد نظر داشته و آنقدر بزرگ باشد که جای درج نام و مشخصات تعمیرکار، الصاق عکس او و همچنین شرکتی که از آن‌جا به این محل اعزام شده است را داشته باشد. این گونه برگه‌ها باید در یک طلق یا سلوفان مخصوص حفظ کارت‌های شناسایی قرار گرفته و در مقابل شرایط محیطی موردنظر مقاوم باشند تا درصورتی‌که عملیات تعمیر به طول انجامید، در اثر پاشیدن آب یا مایعات دیگر، ایجاد باد و کوران هوا، گیرکردن به لباس یا دست و پای کارکنان و عوامل محیطی از این دست، مخدوش نشده و از بین نروند.

قفل‌کردن محفظه‌ی کنتور و کلیدها و آویختن برگه‌ی هشدار



شکل ۱ـ۱۱: طبق استانداردهای OSHA، قبل از نصب هر وسیله‌ی برقی و یا انجام عملیات تعمیر و نگهداری، ضمن قطع برق و قفل‌زدن به جعبه‌ی فیوزها و کلیدها، باید برگه‌ی هشداردهنده‌ای را هم به قفل موجود آویزان نمود.

معمولاً از این عملیات در موارد زیر یاری جسته می‌شود:

۱- وقتی قطعه‌ی معیوب وسیله‌ی در حال تعمیر به گونه‌ای باشد که در حین انجام سرویس، نیازی به روشن کردن دستگاه احساس نگردد.

۲- درهنگام برداشتن حفاظ‌های ایمنی یا سایر وسایل حفاظتی یک دستگاه.

۳- احتمال آسیب‌رسانی یا گیرکردن قسمت‌های متحرک یک وسیله یا دستگاه.

۴- هنگامی که تعمیرکار مشغول رفع عیب از یک دستگاه گیرپاژ شده باشد.

۵- برای این‌که در هنگام تعمیر دستگاه، کسی آن را روشن نکرده و خطری را متوجه تعمیرکار ننماید.

رعایت نکات ایمنی در رابطه با ترکش جرقه

جرقه‌ی الکتریکی، تخلیه‌ی یک جریان الکتریکی در یک فاصله‌ی هوایی می‌باشد. وقتی ولتاژ دو سیم یا هادی جریان الکتریسیته از حد معینی فراتر رود به‌طوری‌که ولتاژ مزبور قادر به یونیزه‌کردن فاصله‌ی هوایی موجود بین سیم‌ها گردد، جرقه تولید می‌شود. وقوع این حالت ممکن است در اثر تماس تصادفی دو سیم حامل ولتاژ و جداسازی مجدد آن‌ها از هم باشد. هنگامی که جرقه‌ای تولید می‌شود ممکن است ایجاد آن با درخشش و ترکش خاصی همراه گردد. وقتی جریان الکتریکی از فاصله‌ی هوایی مابین یک سیم یا هادی برقدار (متصل به فاز ولی فاقد خط زمین) و قسمت‌های متصل به زمین عبور می‌کند، جرقه‌ی ایجاد شده با درخشش قابل ملاحظه‌ای همراه می‌گردد. این جور جرقه‌ها با تولید دمای بسیار بالایی همراه بوده و ممکن است با آتش گرفتن لباس‌ها و سوختگی‌های جدی همراه شده و نهایتاً به مرگ شخص نیز منجر گردد.

ترکش جرقه در واقع حالت انفجار گونه‌ای است که وقتی هوای اطراف یک دستگاه یونیزه و هادی می‌شود، رخ می‌دهد. البته تولید این جرقه بیشتر منحصر به سیستم‌های الکتریکی ۴۸۰ ولت و بالاتر می‌باشد. این به آن معنی نیست که در سیستم‌های با ولتاژهای پایین‌تر، ترکش جرقه رخ نمی‌دهد ولی در صورت وقوع، اثر تخریبی آن‌ها اندک و قابل اغماض می‌باشد.

در هنگام کار با مالتی‌مترها یا سایر وسایل اندازه‌گیری، امکان ایجاد جرقه دور از انتظار نیست. بعضی اوقات و در هنگام اندازه‌گیری ولتاژ بر روی یک خط ۴۸۰ ولت یا بالاتر اگر درست در همان موقع، خط، دچار یک تغییر ناگهانی و لحظه‌ای مثل اضافه جهش ولتاژ یا صاعقه گردد، جرقه‌ی پرنوری ایجاد می‌گردد. در قسمت درج گروه مالتی‌مترها، گاهی اوقات به یک محدوده تلرانسی مجاز برای اضافه ولتاژهای لحظه‌ای و شرایط ایمنی متعاقب آن‌ها نیز اشاره می‌شود. البته با رعایت گروه‌بندی‌های مختلف مالتی‌مترها می‌توان از بروز چنین جرقه‌هایی در مدارهای داخلی آن‌ها ممانعت به عمل آورده و یا لااقل امکان وقوع آن‌ها را به حداقل ممکن کاهش داد.

یکی از دلایل ایجاد جرقه در مالتی‌مترها انتخاب نادرست آن‌ها در مقایسه با ولتاژهای مورد اندازه‌گیری می‌باشد. برای مثال، ترکش جرقه زمانی رُخ می‌دهد که تعمیرکار بخواهد ولتاژ دو نقطه از

یک مدار با ولتاژ بالا را با مالتی‌متری اندازه بگیرد که ولتاژ مزبور فراتر از حد مجاز گروه‌بندی آن باشد. **فرامـوش نکنیـد که فقط تعمیرکاران مجرب و دوره دیده مجاز به کارکردن بر روی خطوط با ولتاژهای ۵۰ ولت و بالاتر هستند.**

ناحیه‌ی حفاظتی درخشش جرقه

به‌طوری‌که در شـکل ۱-۱۲ ملاحظه می‌کنید، ناحیه‌ی حفاظتی درخشـش جرقه، فاصله‌ای است که در هنگام جرقه‌زنی، برای ممانعت از ایجاد سوختگی، استفاده از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی ضروری اسـت. بنابر دسـتور العمل‌های حفاظتـی مرتبط، هنگام کار با ولتاژهـای ۶۰۰ ولت و کمتر، متناسـب با زمان عملکرد مدارشکن، رعایت یک فاصله ۱۲۰ سانتیمتری کافی به نظر می‌رسد. وقتی برای کارکردن بر روی یک مدار آن را قطع و خاموش می‌کنید، فرض کنید که مدار روشن و فعال است و ناحیه‌ی حفاظتی مزبور را رعایت نمایید. برای حفاظت تعمیرکار در مقابل درخشش جرقه در نواحی نزدیک به مدارات برقدار و روشـن، ضمن اسـتفاده از تجهیزات حفاظت فردی، باید از موانع حفاظتی مناسبی مثل پوشش‌های عایق نیز سود جست.

محدوده‌ی مجاز نزدیک‌شدن به قسمت‌های برقدار برای ممانعت از برق‌گرفتگی

ولتاژ اسمی سیستم (ولت)	ناحیه‌ی دسترسی محدود		ناحیه‌ی ممنوعه (مجاز برای عملیات تصادفی)	ناحیه‌ی کاملاً ممنوعه
	قسمت‌های غیرثابت مدارات	قسمت‌های ثابت مدارات		
۰تا۵۰	بلامانع	بلامانع	بلامانع	بلامانع
۵۱تا۳۰۰	۳متر	۱۲۰سانتی‌متر	از تماس مستقیم خودداری کنید	از تماس مستقیم خودداری کنید
۳۰۱تا۷۵۰	۳متر	۱۲۰سانتی‌متر	۳۰سانتی‌متر	۲/۵سانتی‌متر
۷۵۱تا۱۵۰۰۰	۳متر	۱۲۰سانتی‌متر	۶۵سانتی‌متر	۲۰سانتی‌متر

شکل ۱ـ۱۲: محدوده‌ی دسترسی فاصله‌ای است که در هنگام کار بر روی مدارات برقدار و درصورت تولید جرقه، برای پیشگیری از سوختگی باید از تجهیزات حفاظت فردی استفاده نمود.

دسـتورالعمل‌های NFPA، ناحیـه‌ی حفاظت شـده در مقابل درخشـش جرقه، که با اسـتفاده از تجهیزات حفاظت فردی می‌توان در آن محدوده کار کرد را مشخص نموده و تأکید می‌کند که کلیه‌ی دسـتگاه‌های اندازه‌گیـری و ضمایم آن‌ها باید از مشـخصات مجاز متناسـب بـا محیط‌های موردنظر برخوردار باشند. برای مثال، در موقع اندازه‌گیری ولتاژ مدارات برقدار با ولتاژهای ۲۴۰ تا ۶۰۰ ولت در محیط‌های پرخطر، باوجودی‌که محدوده‌ی ولتاژی یاد شده استفاده از یک مالتی‌متر گروه۲ را بلامانع می‌داند ولی بهتر است یک مالتی‌متر گروه ۳ی ۶۰۰ ولتی را مورد استفاده قرار داد.

استفاده از تجهیزات حفاظت فردی برای حفاظت در مقابل ترکش جرقه

در هنگام کار بر روی مدارات برقدار، همیشه باید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده نمود. البسه و پوشاک تهیه شده از الیاف مصنوعی مثل نایلون، پلی‌استر، ابریشم مصنوعی و منسوجات مشابه را به تنهایی و یا به همراه الیاف کتانی هرگز نباید بر تن کرد چون خصوصیت این‌گونه منسوجات این است که درصورت مشتعل‌شدن، ذوب شده و به پوست بدن می‌چسبند. بنابر توصیه‌ی NFPA، در هر کاربرد خاص، باید از چنان تجهیزات حفاظت فردی سود جست که با ویژگی‌های آن، تناسب داشته باشند. کمترین تجهیزات حفاظت فردی برای این مورد خاص، استفاده از پیراهن آستین بلند و شلوار با پاچه‌های بلند، هردو از الیاف طبیعی، عینک ایمنی با حفاظ‌های جانبی و به پاکردن چکمه یا کفش‌های لاستیکی عایق می‌باشد. برخی از تجهیزات فردی اضافی که برای محکم‌کاری و اطمینان بیشتر می‌توان آن‌ها را مورد استفاده قرار داد عبارتند از: رولباسی‌های «دیرگیر»[1]، پیراهن‌ها و شلوارهای بلند و دیرگیر، کلاه ایمنی با یک لایه‌ی دیرگیر، محافظ گوش (گوشی) و بالاخره یک کاپشن و شلوار سرهمی یا جدای دو لایه‌ی مخصوص، که این آخری، شبیه لباس‌کارهای مخصوص مأموران آتش‌نشانی است و در هنگام کار با دستگاه‌ها و سنجش‌های گروه ۴ و در مکان‌های پر مخاطره، باید از آن‌ها استفاده نمود (شکل ۱-۱۳).

تجهیزات حفاظتی ضروری مقاوم در برابر شعله

نوع پوشاک دیرگیر (کم‌خطرترین گروه، ۱)	گروه‌بندی NFPA بر اساس میزان خطر مکان مورد نظر				
	۱	۲	۲*	۳	۴
کمترین اندازه‌ی مورد نیاز تجهیزات حفاظت فردی برای حفاظت در برابر جرقه برحسب کالری بر سانتی‌متر مربع	۴	۸	۸	۲۵	۴۰
بالاپوش مخصوص					×
شلوار مخصوص					×
کلاه ایمنی سخت و مقاوم	×	×	×	×	×
لایه‌ی دیرگیر قابل نصب بر روی کلاه ایمنی سخت				×	×
عینک ایمنی با حفاظ جانبی	×	×	×	×	×
نقاب یا ماسک کاملی که کل سر، صورت، پشت سر، گوش و گردن را بپوشاند.		×	×	×	×
حفاظ صورت با ماسک دولایه			×	×	×
حفاظ گوش‌ها (قابل جازدن در حفره‌های گوش)			×	×	×
دستکش لاستیکی با حفاظ چرمی	×	×	×	×	×
کفش‌های چرمی با کف‌های لاستیکی	×	×	×	×	×

** میزان ولتاژ مورد اندازه‌گیری در این مکان بیش‌از گروه ۲ می‌باشد.*

شکل ۱ـ۱۳: انواع تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز بر اساس گروه‌بندی‌های NFPA و وضعیت محل.

۱ـ مواد و منسوجاتی که در مواجهه با شعله‌ی آتش، به ندرت و بسیار با تأخیر مشتعل می‌شوند.

رعایت نکات ایمنی در هنگام کار با مالتی‌متر

همزمان با تغییر میزان ولتاژ و شدت جریان مدارات مختلف، شرایط کار هم عوض می‌شود. نکات ایمنی عمومی کار با مالتی‌مترها به شرح زیر است:

- وقتی اندازه‌گیری موردنظر باید در حالت خاموش‌بودن مدار صورت پذیرد (مثل سنجش اندازه‌ی یک مقاومت یا کنترل کردن یک دیود یا خازن مدار)، برق مدار را از محل تغذیه‌ی اصلی آن قطع کرده و درصورت امکان قفل بزنیدو در محل مزبور از برگه‌ی هشداردهنده استفاده کنید.

- هیچوقت به عملکرد صحیح مالتی‌متر اطمینان نکنید. قبل از اندازه‌گیری ولتاژ موردنظر، ولتاژ یک منبع شناخته شده را با مالتی‌متر اندازه بگیرید. پس از اتمام اندازه‌گیری ولتاژ محل موردنظر، یکبار دیگر و با اندازه‌گیری ولتاژ یک منبع شناخته شده، از سالم بودن مالتی‌متر اطمینان حاصل کنید. در این صورت اگر تصادفاً درست در همان زمان، مالتی‌متر دچار خرابی شده و یا مثلاً فیوزش سوخته باشد، می‌توانید از حال و روز آن مطلع شوید. در غیر این‌صورت احتمال دارد با اندازه‌گیری ولتاژ یک محل و صفر نشان دادن مالتی‌متر، فرض را بر این بگذارید که مدار مربوطه قطع و فاقد برق است درحالی‌که مدار مزبور فعال و برقدار بوده ولی به‌علت خرابی مالتی‌متر، رقمی نشان داده نشده است. انجام این کنترل سه مرحله‌ای شبیه ارسال یک محموله با «پست سفارشی دو قبضه» است که در طی آن احتمال وقوع هرگونه مفقودی یا حادثه‌ی غیر مترقبه به حداقل ممکن کاهش می‌یابد! این تست که به توسط NFPA هم توصیه شده، سالم و بی‌عیب‌بودن مالتی‌متر و سرسیم‌های آن را تضمین می‌نماید.

- همیشه فرض را بر این بگذارید که مدارها و دستگاه‌ها، برقدار هستند مگر این‌که با انجام آزمایش‌های مناسب و با وسایل مورد اطمینان، عکس آن ثابت شود.

- هیچوقت تست و کنترل مدارات برقدار یا نواحی مجاور آن‌ها را به تنهایی انجام ندهید.

- همیشه متناسب با نوع سنجش موردنظر و مکانی که قرار است اندازه‌گیری‌ها در آنجا انجام شود، از تجهیزات حفاظت فردی مناسب مثل عینک ایمنی، دستکش لاستیکی عایق، دستکش چرمی محافظ دستکش لاستیکی و وسایل حفاظتی ضروری در مقابل درخشش جرقه‌ی احتمالی استفاده کنید (شکل ۱-۱۴).

- قبل از اتصال سر سیم‌های مالتی‌متر به نقاط مورد سنجش، از قرارگرفتن صحیح شاخص سلکتور در محدوده‌ی موردنظر و همچنین گزینش رِنج مناسب، اطمینان حاصل کنید. اگر برای سنجش یک کمیت خاص، شاخص سلکتور را بر روی محدوده‌ی نادرستی قرارداده باشید، با وصل کردن سرسیم‌های مالتی‌متر به نقاط مورد آزمایش، دستگاه آسیب می‌بیند. برای مثال اگر مالتی‌متری بر روی وضعیت اندازه‌گیری مقاومت یا آزمایش پیوستگی قرار گرفته و سرسیم‌ها به یک منبع ولتاژ AC متصل گردند، احتمال آسیب‌رسیدن به مالتی‌متر بسیار زیاد خواهد بود.

نکات ایمنی

احتیاط
• تمام عملیات و مراحل ایمنی در کارهای برقی را رعایت کنید.
• متناسب با مراحلی که برای انجام اندازه‌گیری موردنظر قرار است انجام شود، از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی ضروری استفاده کنید.
• فقط از روش‌های مجاز هر تست و اندازه‌گیری خاص استفاده نمایید.
• از همه‌ی توصیه‌ها و دستورات سازنده‌ی مالتی‌متر، تبعیت کنید.

شکل ۱-۱۴: چهار رویه‌ی هشدارگونه که معمولاً در فهرست نحوه‌ی عملکرد اندازه‌گیری‌های مختلف به آن‌ها اشاره شده و شامل بسیاری از جنبه‌های ایمنی برقکار هم می‌گردد.

• مطمئن شوید که انتهای سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر به ترمینال‌های صحیحی از آن متصل شده‌اند. در غیر این‌صورت ممکن است انجام آزمایش خطرآفرین باشد. برای مثال سعی در اندازه‌گیری ولتاژ با سر سیم‌هایی که انتهای دیگرشان به ترمینال‌های اندازه‌گیری جریان متصل شده‌اند، ممکن است با ایجاد یک اتصال کوتاه همراه گردد.

برای این‌که خاطرتان آسوده گردد از مالتی‌متری استفاده کنید که مدارهای داخلی آن در مقابل این‌گونه خطاها محافظت شده و مجهز به یک فیوز مناسب باشد. در موقع استفاده از مالتی‌متر از دستورالعمل ارائه شده در کتابچه‌ی دستگاه استفاده کرده و یا از راهنمای تصویری آن که محل صحیح اتصال‌دهی سرسیم‌ها به مالتی‌متر و همچنین نقاط مورد آزمایش را به صورت مصور نشان می‌دهد، بهره بگیرید.

• وقتی می‌خواهید پارامتری را که حدود اندازه‌اش برای‌تان معلوم نیست به سنجید، در ابتدای کار از بالاترین رِنج ممکن استفاده کنید. درصورتی‌که اندازه‌ی کمیت سنجیده شده از بالاترین میزان رِنج انتخابی بیشتر باشد، مالتی‌متر آسیب می‌بیند. همچنین به یاد داشته باشید که سنجش یک ولتاژ یا جریان فراتر از حد مجاز مالتی‌متر، خطرناک بوده و به دستگاه هم صدمه می‌زند.

• در موقع اندازه‌گیری‌ها، همیشه ابتدا نوک سرسیم مشکی یا زمین را به نقطه‌ی مورد آزمایش وصل کرده و سپس نوک سر سیم قرمز را متصل سازید. در پایان کار هم بالعکس، همواره ابتدا نوک سر سیم قرمز را جدا کرده و سپس نوک سر سیم مشکی را از محل موردنظر جدا سازید.

• هرجاکه مقدور است، برای ممانعت از ایجاد اتصال کوتاه و آسیب رسیدن به مالتی‌متر، سعی کنید در هنگام اندازه‌گیری‌ها، سر سیم‌های مالتی‌متر را به نقاط بعد از فیوز یا مدارشکن اتصال دهید تا درصورت وقوع اتصال کوتاه، وسایل حفاظتی مزبور عمل کرده و جان مالتی‌متر را نجات داده و به فریادش برسند!

• هیچ‌گاه فرض را بر این نگذارید که برق یک مدار قطع بوده و دستگاه کاملاً عاری از بار الکتریکی می‌باشد. خازن‌ها قطعاتی هستند که قادرند بار الکتریکی داده شده به آن‌ها را برای

زمان‌های طولانی در خود حفظ کنند. همیشـه قبل و بعد از هر اندازه‌گیری دیگر، مدار را از نظر قطع و خاموش‌بودن، کنترل نمایید.

- هر از گاهی، ظاهر سر سیم‌های آزمایشی را از نظر شکستگی عایق، پارگی، زدگی، نخ‌نما شدن و خرابی‌هایی از این دست، وارسی نمایید. اصولاً سر سیم‌های آزمایشی مالتی‌مترها جزو قسمت‌های مصرف‌شدنی و فرسوده‌شدنی آن‌ها محسوب می‌شوند و حتی با استفاده‌ی درست و مناسب هم، در مرور زمان از بین می‌روند و در واقع عمر مشخصی دارند. اگر از مالتی مرتباً استفاده می‌کنید، حتماً و به‌طور منظم، وضعیت سرسیم‌ها را کنترل کرده و درصورت لزوم آن‌ها را تعویض کنید. با انجام این کار ارقام نمایش داده شده به توسط مالتی‌متر، با خطای کمتری همراه خواهند بود. همیشه سعی کنید قبل از انجام آزمایش موردنظر، سالم بودن خود سرسیم‌ها را با تست پیوستگی، آزمایش و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل نمایید. در موقع انجام آزمایش بر روی مدارهایی که برقدار هستند، توجه داشته باشید که تماس تصادفی بدن با قسمت‌ها و قطعات برقدار می‌تواند منجر به برق‌گرفتگی شود. دستگاه‌های سنجش الکتریکی باید مجهز به سرسیم‌های آزمایشی با روکش یا عایق دوبل بوده، ترمینال‌های ورودی روی صفحه‌ی مالتی‌متر باید تو رفته و فاقد برجستگی باشند، سرفیش‌های نَر متصل به ترمینال‌های ورودی مالتی‌متر باید کاملاً حفاظ‌دار و پوشیده بوده و قسمت دسته‌ی سرسیم‌های آزمایشی باید از یک مانع یا حفاظ انگشتان کاربَر، برای ممانعت از تماس انگشتان دست او با نوک فلزی سرسیم‌ها یا قسمت‌های برقدار مدار مورد سنجش، برخوردار باشد.

- برای شغل و حرفه خاصی که دارید، سعی کنید از مالتی‌متری استفاده کنید که گروه‌بندی آن با کاربردهای موردنیاز شما همخوانی داشته باشد. برای مثال برای سنجش ولتاژهای حدود ۴۸۰ولت در یک تابلوی برق، از یک مالتی‌متر گروه ۳ی ۶۰۰ یا ۱۰۰۰ ولت کمک گرفته و یا از نمونه‌ی گروه چهار ۶۰۰ ولت استفاده نمایید.

- از انجام اندازه‌گیری در مکان‌های مرطوب، نَم‌دار، خیس و دَم کرده و جاهایی که شرایطی از این دست دارند، خودداری کنید.

- قبل از انجام آزمایش اطمینان حاصل کنید که هوای مکان موردنظر، فاقد خطراتی از قبیل وجود ذرات یا بخارات قابل اشتعال می‌باشد.

- در موقع کار بر روی مدارات برقدار، برای این‌که خطر عبور جریان برق از ریه‌ها و قلب را به حداقل ممکن کاهش دهید، تا حد ممکن سعی کنید از یک دست خود استفاده نمایید.

فصل دوم

اختصارات، اصطلاحات و نمادهای مرتبط با مالتی‌مترهای دیجیتالی

انواع مالتی‌مترهای دیجیتالی

مالتی‌مترهای دیجیتالی را در انواع و اقسام و ابعاد و رنگ‌های مختلفی تولید می‌کنند که هرکدام از توانایی‌ها و امکانات و رِنج‌های گوناگونی برخوردارند. قابلیت‌های برخی از این دستگاه‌ها کمتر و عمومی‌تر و توانایی‌های بعضی، بسیار بیشتر و تخصصی‌تر است و به توسط آن‌ها می‌توان اندازه‌گیری‌های ویژه‌ای را انجام داد. همان‌گونه که در شکل ۲-۱ هم ملاحظه می‌کنید، در حالت کلی، مالتی‌مترها را می‌توان به سه گروه: همه کاره یا عمومی، استاندارد و بالاخره پیشرفته، طبقه‌بندی نمود.

مالتی‌مترهای همه‌کاره یا عمومی

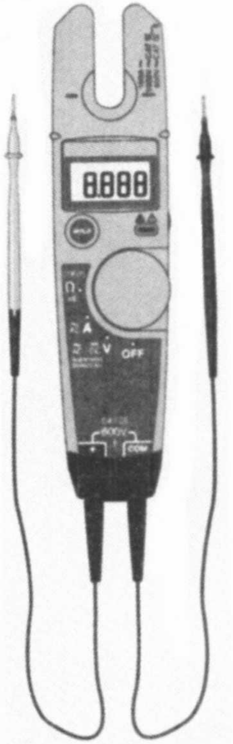
این دستگاه‌ها معمولاً برای سنجش ولتاژ و مقاومت و در برخی مدل‌ها، اندازه‌گیری جریان به کار می‌روند. از این مالتی‌مترها و با سنجش کمیات یاد شده، در تست‌کردن کلیدها، فیوزها و انجام کارهای تعمیراتی روزمره و معمولی استفاده می‌کنند. خصوصیات این جور مالتی‌مترها به شرح زیر است:

- قابلیت اندازه‌گیری ولتاژ، مقاومت و جریان (در برخی مدل‌ها).
- توانایی انجام آزمایش پیوستگی و علاوه بر آن قابلیت تست‌کردن دیودها و خازن‌ها و اندازه‌گیری دما یا فرکانس.
- صفحه‌ی نمایشگر این نوع مالتی‌مترها معمولاً سه رقمی می‌باشد.

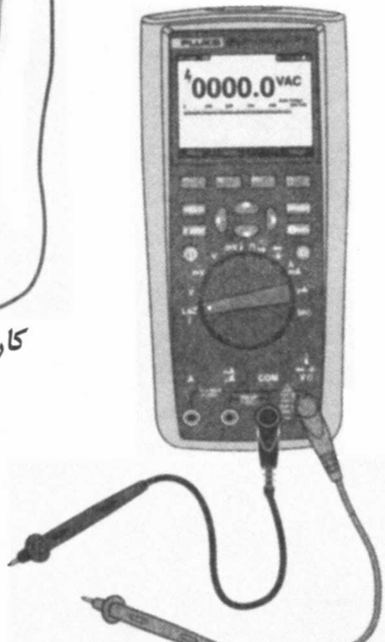
انواع مالتی‌مترهای دیجیتالی



استاندارد



کاره (عمومی)

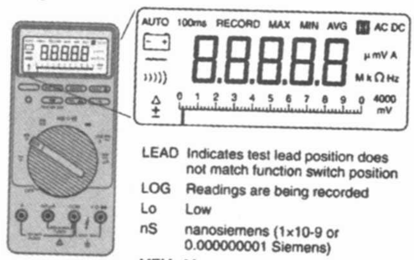


پیشرفته

شکل ۲ـ۱: سه نمونه از مالتی‌مترهای دیجیتالی رایج

گزیده‌ای از اختصارات مالتی‌مترهای دیجیتالی

AC Alternating current or voltage
DC Direct current or voltage
V Volts
mV Millivolts
kV Kilovolts
A Amperes
mA Milliamperes
μA Microamperes
W Watts
kΩ Kilohms
MΩ Megohms
Hz Hertz
kHz Kilohertz
μF Microfarads
nF Nanofarads
°F Degrees Fahrenheit
°C Degrees Celsius



LEAD Indicates test lead position does not match function switch position
LOG Readings are being recorded
Lo Low
nS nanosiemens (1x10-9 or 0.000000001 Siemens)
MEM Memory
MS Time display in minutes:seconds
HM Time display in hours:minutes

RPM Revolutions per minute
COM Common
OL Overload
T Time
LSD Least significant digit
MAX Maximum
MIN Minimum
AVG Average
TRIG Trigger
V_{avg} Average voltage
V_{max} Peak voltage
V_{p-p} Peak-to-peak voltage
V_{rms} Root-mean-square (rms) voltage
Hi-Z High input impedance
dB Decibel
dBV Decibel volts
dBW Decibel watts

AC	جریان یا ولتاژ متناوب	nF	نانو فاراد	LSD	رقم با کمترین ارزش (اشاره به رقم سمت راست، یکان)
DC	جریان یا ولتاژ مستقیم	°F	درجه‌ی فارنهایت	MAX	حداکثر
V	ولت	°C	درجه‌ی سانتیگراد	MIN	حداقل
mV	میلی ولت	LEAD	نشان‌دهنده‌ی وضعیتی که محل قرارگیری سر سیم‌ها به ترمینال‌های دستگاه با وضعیت انتخابی سلکتور هماهنگی ندارند.	AVG	میانگین
kV	کیلو ولت	LOG	ارقام نمایش داده شده در روی صفحه در حال ضبط هستند.	TRIG	راه‌انداز
A	آمپر	Lo	کم	V_{avg}	ولتاژ متوسط
mA	میلی آمپر	nS	نانو زیمنس(10^{-9} زیمنس)	Vmax	ولتاژ پیک
μA	میکرو آمپر	MEM	حافظه	Vp-p	ولتاژ پیک تا پیک
W	وات	MS	نمایش زمان به صورت دقیقه ـ ثانیه	Vrms	ولتاژ rms یاموٌثر
kΩ	کیلو اُهم	HM	نمایش زمان به صورت ساعت ـ دقیقه	Hi-Z	با امپدانس ورودی بالا
MΩ	مگا اُهم	RPM	دور در دقیقه	dB	دسی‌بل
Hz	هرتز	COM	مشترک (معمولا ترمینال منفی یا محل اتصال سر سیم منفی)	dBV	دسی‌بل ولت
kHz	کیلو هرتز	OL	اضافه بار	dBW	دسی‌بل وات
μF	میکرو فاراد	T	زمان		

شکل ۲ـ۲: اختصارات، حرف یا ترکیبی از حروف‌اند که برای معرفی یک کلمه به کار می‌روند.

برای مثال، نمادهای استانداردی که معمولاً به‌همراه مالتی‌مترها به کار می‌روند قادر به نمایش یک قطعه یا وسیله‌ی برقی (مثل دیود، باتری و غیره)، بیان یک اصطلاح (جریان یا ولتاژ متناوب، مثبت و غیره) و یا پیغامی برای کاربَر (مثل پیام‌های هشدار دهنده و غیره) هستند. اگر در ادامه‌ی این مطلب به قسمتی که تحت عنوان «نمادهای انتخابی مالتی‌مترهای دیجیتالی» به آن اشاره شده است، مراجعه کنید، ملاحظه می‌نمایید که برخی از توانایی‌های دستگاه مثل تست دیود را به وسیله‌ی ترکیبی از دو نماد، یکی نشانه‌ی دیود و دیگری نماد یک هشداردهنده‌ی صوتی، نشان می‌دهند (شکل ۲-۳).

نمادهای انتخابی مالتی‌مترهای دیجیتالی

~	AC	🔒	این تنظیم را بر هم نزنید- دست نزنید- غیر قابل تغییر
⎓	DC	(((((	هشداردهنده‌ی صوتی
⎓~	AC یا DC	⊣⊢	خازن
+	مثبت	%	درصد
−	منفی	▷	حرکت به راست
⏚	زمین	◁	حرکت به چپ
±	مثبت یا منفی	⊘	استفاده نکنید، دست نگهدارید
▶|	دیود	🌡	ورودی برای اندازه‌گیری دما
▶| (((((	تست دیود	○	کلید دستگاه در وضعیت خاموش
<	کوچک‌تر از	|	کلید دستگاه در وضعیت روشن
>	بزرگ‌تر از	⊡	وضعیت انتخاب رِنج دستی
△	افزایش در تنظیم	⚠	اخطار: ولتاژ بالا یا خطرناک که ممکن است برای کارکنان مخاطره‌آمیز باشد.
▽	کاهش در تنظیم	⚠	احتیاط: وضعیت مخاطره‌آمیزی که می‌تواند منجر به آسیب‌رسیدن به کاربَر یا دستگاه شود.
LoZ	ورودی با امپدانس کم	⏚ 1000 V MAX	ترمینال‌ها نباید به ولتاژی بیش از مقدار ارائه شده در کادر متصل گردند.
LoZ $\tilde{V}$	سنجش ولتاژ AC با استفاده از یک ورودی کم امپدانس	▲	وضعیت نسبی، در این حالت، صفحه‌ی نمایش، ما به تفاوت مقدار فعلی یک کمیت با میزان ذخیره‌شده‌ی قبلی را نشان می‌دهد.
🔧	به کتابچه‌ی تعمیرات دستگاه مراجعه کنید.	Ω	مقاومت بر حسب اُهم
⧈	با روکش یا عایق مضاعف	☼	نور صفحه‌ی نمایش
⊟	فیوز	ϟ	وجود ولتاژهای AC یا DCی بیش از ۳۰ ولت
[- +] [- +]	باتری	∿∿	هموارسازی
H	وضعیت نگهداری (هولد)	⎍	راه‌اندازی با شیب مثبت پالس
LO $\tilde{V}$	تنظیم ولتاژ AC با فرکانس پایین برای تست درایو موتور	⎍	راه‌اندازی با شیب منفی پالس

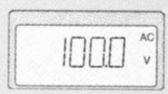
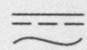
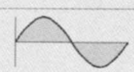
شکل ۲ـ۳: نمادها معرف یک کمیت، واحد یا قطعه‌ای هستند که عمومیت داشته و به زبان خاصی تعلق ندارند.

اصطلاحات مالتی‌مترهای دیجیتالی

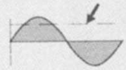
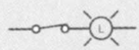
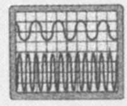
همـه‌ی مالتی‌مترهـای دیجیتالـی برای تشـریح اطلاعات نمایش داده شـده بـر روی صفحه‌ی دسـتگاه از اصطلاحـات ویـژه‌ای اسـتفاده می‌کنند. معمولاً یا ایـن اصطلاحات را خلاصـه کرده و یا

آن‌ها را به صورت یک نماد مورد استفاده قرار می‌دهند. برای مثال یک مالتی‌متر ممکن است یک کمیت الکتریکی را به‌صورت میانگین، موثر، پیک، پیک تا پیک یا rms نمایش دهد. مقدار rms همان ریشه میانگین مربعی می‌باشد. همانگونه که در ادامه و در قسمت «پاره‌ای از اصطلاحات رایج مالتی‌مترهای دیجیتالی» ملاحظه خواهید کرد، اندازه‌ی مقدار rms همواره ۰/۷۰۷ دامنه‌ی یک شکل موج سینوسی خالص و کامل می‌باشد (شکل ۲-۴).

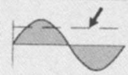
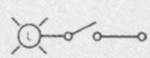
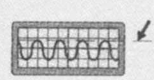
پاره‌ای از اصطلاحات رایج مالتی‌مترهای دیجیتالی

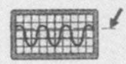
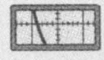
اصطلاح	نشانه	شرح
AC	~	جریانی که پیوسته در حال تغییر بوده و جهتش در فواصل زمانی منظمی معکوس می‌گردد. جریان متناوب.
تزویج AC		وضعیتی که سیگنال‌های AC، عبور کرده و مسیر گذر سیگنال‌های DC مسدود می‌گردد. از این حالت برای سنجش اندازه‌ی سیگنال‌های AC سوار بر سیگنال‌های DC استفاده می‌شود.
دقت در مالتی‌متر عقربه‌ای		بیشترین خطای مجاز (برحسب درصدی از انحراف کامل عقربه در صفحه‌ی نمایشگر) ایجاد شده در شرایط عادی. اگر خطای یک مالتی‌متر عقربه‌ای قرار داده شده در رنج ۲۵۰ولت، ۲٪± درنظر گرفته شود، مقدار آن برابر ۵± ولت خواهد بود. با توقف عقربه‌ی این مالتی‌مترها در نواحی میانی صفحه، دقت‌شان بیشتر می‌شود.
دقت در مالتی‌متر دیجیتالی		بیشترین خطای مجاز (برحسب درصدی از عدد نمایش داده شده) ایجاد شده در شرایط عادی. اگر اندازه‌ی این خطا ۲٪± در نظر گرفته شود، عدد نمایش داده شده در اندازه‌گیری یک ولتاژ ۱۰۰ ولتی، بین ۹۸ الی ۱۰۲ ولت خواهد بود. دقت ممکن است شامل کسر مشخصی از خطای مزبور نیز شده (مثلا ۰/۲ ولت) و به خطای اصلی که ۲ ولت است اضافه شود. در این صورت ولتاژ قرائت شده بین ۹۷/۸ الی ۱۰۲/۲ ولت خواهد بود.
AC/DC		نشان‌دهنده‌ی توانایی قرائت یا کار در جریانات AC و DC
پاسخ فرکانسی AC		محدوده‌ی فرکانسی که به ازای آن، اندازه گیری ولتاژهای AC از دقت کافی برخوردار است.
گیره‌ی سوسماری		گیره‌ی عایق با فک‌های نسبتاً بلند و مجهز به فنر که برای ایجاد اتصالات الکتریکی موقت به کار می‌رود.
دمای محیط		دمای هوای اطراف یک مالتی‌متر یا دستگاهی که مالتی‌متر به آن متصل شده است.
آمپرمتر		وضعیت تنظیم شده مالتی‌متر برای سنجش شدت جریان
شانت آمپرمتر		مقاومت ضعیفی که برای افزایش رنج شدت جریان‌های اعمال‌شده به آمپرمتر، با دو سر آن موازی می‌شود.
دامنه		میزان تغییرات یک سیگنال AC که برحسب مقادیری مثل پیک یا پیک تا پیک بیان می‌گردد.
تضعیف		کاهش دامنه‌ی یک سیگنال
شنیداری یا صوتی		صوت قابل شنیدن
نگهدارنده‌ی خودکار		ویژگی‌ای که به وسیله‌ی آن، کمیت سنجیده شده ضبط گردیده، بیزر دستگاه با یک هشدار صوتی آن را اعلام کرده و برای نمایش مجدد در صفحه‌ی نمایش قفل می‌گردد و با قرائت‌های جدید، تجدید نظر می‌شود.
وضعیت انتخاب رنج خودکار		وضعیتی که در طی آن، مالتی‌متر، متناسب با سیگنال دریافتی از رنج مناسبی سود می‌جوید.

طرز کار و کاربردهای اُهم‌مترهای دیجیتالی

اصطلاح	نشانه	شرح
مقدار میانگین		مقداری که معادل ۰/۶۳۷ دامنه‌ی کمیت سنجیده شده است.
نور پشت صفحه		نوری که صفحه‌ی نمایشگر را روشن می‌سازد.
ترمینال دربرگیرنده‌ی سرفیش نر مالتی‌متر		ترمینالی که در قسمت پایینی مالتی‌متر تعبیه شده و سر فیش نَر و موزی سر سیم آزمایشی در آن جای می‌گیرد.
سر فیش نَر موزی		سر فیش نَری که بدنه‌ی بیضی‌شکل و فنری داشته و در ترمینال قرار گرفته در قسمت پایینی پانل مالتی‌متر جای می‌گیرد.
حفظ کننده‌ی باتری		ویژگی‌ای که به واسطه‌ی آن وقتی در خلال یک زمان از پیش تعیین شده از هیچکدام از امکانات مالتی استفاده نشود یا ولتاژ باتری از مقدار معینی پایین‌تر بیفتد، به صورت خودکار دستگاه را خاموش می‌کند.
BNC		یک جور اتصال دهنده‌ی استاندارد کابل‌های کواکسیال که در برخی از مالتی‌مترها به کار می‌رود.
ضبط		ویژگی که به توسط آن مقادیر سنجیده شده ضبط و نمایش داده می‌شوند.
سلزیوس	°C	اندازه‌گیری دما در مقیاسی که با استفاده از آن، آب در صفر درجه یخ زده و در ۱۰۰ درجه به جوش می‌آید.
مدار بسته		مداری که در آن، دو یا بیش از دو نقطه باعث جاری‌شدن یک جریان از پیش طراحی شده می‌گردند.
ضبط حالت پیوستگی		قابلیتی که برای آشکارسازی قطع و وصل‌های ایجاد شده به کوچکی ۲۵۰ میکروثانیه در مدار به کار می‌رود.
شمارش		واحد سنجش میزان تفکیک‌پذیری یک مالتی‌متر دیجیتال. یک مالتی‌متر دیجیتال با قابلیت شمارش تا ۱۹۹۹ ، وقتی در حال اندازه‌گیری یک کمیت ۲۰۰ ولتی است، قادر به اندازه‌گیری دهم ولت نمی‌باشد و یا یک مالتی‌متر دیجیتال که قابلیت شمارش تا ۳۲۰۰ را دارد، در هنگام اندازه‌گیری کمیت‌های تا ۳۲۰ ولت، توانایی نمایش دهم ولت را دارد.
ضریب اوج		نسبت مقدار پیک به مقدار مؤثر (rms) است. هرچه ضریب اوج مالتی‌متر دیجیتالی بیشتر باشد، محدوده‌ی شکل موج‌هایی که می‌تواند بسنجد وسیع‌تر می‌گردد. در یک موج سینوسی کامل و بی‌نقص، ضریب اوج، ۱/۴۱ است.
قرائت دسی‌بل		برای بیان نسبت بین دو کمیت مثل بهره یا تلفات تقویت کننده، فیلترها و یا تضعیف‌گرها در کاربردهای صوتی و یا مخابرات راه دور به کار می‌رود.
DC		جریانی که همیشه در یک جهت جاری باشد. جریان مستقیم.
دسی بل (dB)		سنجشی که مقایسه‌ی ولتاژها یا توان‌ها را در یک مقیاس لگاریتمی نشان می‌دهد.
ارقام		مشخصه‌ای از نمایش تفکیک‌پذیری مالتی‌مترهای دیجیتالی است. مالتی‌مترهای استاندارد $۳\frac{۱}{۲}$ رقمی، در قسمت سمت راست صفحه‌ی نمایش خود قادر به نمایش سه رقم کامل (صفر تا ۹) بوده و رقم سمت چپ می‌تواند ۱ یا خالی باشد و بالاترین رقم قابل نمایش در این مدل‌ها ۱۹۹۹ است. در مالتی‌مترهای جدیدتر و دقیق‌تر از نمونه‌های ۶۰۰۰، ۲۰۰۰۰ یا ۵۰۰۰۰ شماره‌ای استفاده می‌شود.
دیود		یک قطعه‌ی نیمه هادی که جریان برق را فقط در یک جهت از خود عبور می‌دهد.
تخلیه		برداشتن یا انتقال بار الکتریکی
نمایش مضاعف		قابلیتی که به یاری آن می‌توان دو پارامتر مورد اندازه‌گیری مجزا را در آن واحد بر روی یک صفحه‌ی نمایش مشاهده کرد.
اِرت (زمین)		یک نقطه‌ی مبنا که مستقیماً به زمین متصل می‌شود.

اختصارات، اصطلاحات و نمادهای مرتبط با مالتی‌مترهای دیجیتالی

اصطلاح	نشانه	شرح
مقدار موثر		در یک موج سینوسی، مقداری که ۰/۷۰۷ اندازه‌ی پیک است.
فارنهایت	°F	دمای سنجیده شده در مقیاسی که نقطه‌ی انجماد آب در آن ۳۲ و نقطه‌ی جوش آن ۲۱۲ درجه سانتی‌گراد است.
فرکانس		تعداد سیکل‌های کاملی که در واحد زمان طی می‌شوند.
سلکتور یا کلید گردان انتخاب وضعیت		کلیدی که محدوده‌ی مورد اندازه‌گیری مطلوب (مثل ولتاژ AC، ولتاژ DC، جریان و غیره) را بر می‌گزینند.
خَش		ضربه‌ی پالسی لحظه‌ای و گذرا در یک شکل موج
آشکارساز خَش		قابلیتی که برای به حداکثر رسانیدن آشکارسازی خَش، آهنگ نمونه برداری مالتی‌متر دیجیتالی را افزایش می‌دهد.
زمین		اتصال مشترک به نقطه‌ای از مدار که پتانسیل آن صفر در نظر گرفته می‌شود.
ذخیره‌سازی		ویژگی که به توسط آن می‌توان یک کمیت سنجیده شده را ذخیره یا نگهداری نمود.
هارمونی‌ها		جریان‌های تولیدشده به توسط وسایل الکترونیکی (بارهای غیر خطی). جریان کشیده شده به صورت پالس‌های کوتاهی بوده و شکل موج ایجاد شده ملایمت و انعطاف یک موج سینوسی را ندارد. فرکانس این جریانات، مضارب صحیحی از فرکانس جریان اصلی (معمولاً ۵۰ یا ۶۰هرتز) هستند.
دکمه‌ی نگهداری	HOLD H	دکمه‌ای که یک مالتی‌متر دیجیتالی به توسط آن یک سنجش پایدار را ضبط و نگهداری می‌نماید.
هشدار دهنده‌ی ورودی		ویژگی خاصی که اگر سرسیم‌های آزمایشی در ترمینال‌های سنجش جریان قرار گرفته ولی شاخص سلکتور در محدوده‌ی دیگری قرار داده شده باشد، بیزر مالتی‌متر یک بوق هشدارگونه را از خود منتشر می‌سازد.
صفحه‌ی نمایش (LCD)		وسیله‌ای که در قسمت بالایی مالتی‌متر تعبیه شده و برای نمایش شکل موج‌ها، اندازه‌گیری‌های گوناگون و سایر نمادهای ممکن در آن از کریستال مایع استفاده می‌شود.
LoZ		تنظیم خاصی که با استفاده‌ی از آن، مالتی‌متر امپدانس مختصری را ارائه داده و برای پرهیز از قرائت یا نمایش نادرست ولتاژهای شبح از آن سود می‌جویند.
رِنج سنجش		حداقل و حداکثر مقداری که مالتی‌متر دیجیتالی می‌تواند آن را به صورت قابل اطمینان و دقیقی قرائت نماید.
MIN MAX (حداقل، حداکثر)		ویژگی که در یک مالتی‌متر دیجیتالی به توسط آن می‌توان مقادیر کمینه و بیشینه‌ی کمیت‌های اندازه‌گیری شده مثل جریان، ولتاژ و غیره را ضبط و بعداً مشاهده نمود. این ویژگی را می‌توان به همراه اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف به کار برد.
پیک لحظه‌ای MIN MAX		زمان پاسخ پرسرعتی که برای ضبط مقادیر حداقل و حداکثر قرائت شده از روی پیک‌های یک شکل موج به کار می‌رود. این ویژگی را می‌توان برای محاسبات ضریب اوج به‌کار برده و یا برای ضبط ولتاژهای گذرا یا ولتاژهای لحظه‌ای شدید مورد استفاده قرار داد.
نویز		سیگنال‌های الکتریکی اضافه و ناخواسته
مدار باز		مداری که حداقل بین دو نقطه‌ی آن، مسیر پیوسته‌ای برای عبور جریان وجود ندارد.
اضافه بار	OL	شرایطی که وقتی اندازه‌ی کمیت مورد سنجش از رِنج انتخابی مالتی‌متر دیجیتالی برای اندازه‌گیری و نمایش بی‌خطر و قابل اطمینان دستگاه بیشتر باشد، رخ می‌دهد.
پیک، قله		حداکثر مقدار در تناوب مثبت یا منفی یک موج سینوسی

اصطلاح	نشانه	شرح
پیک تا پیک		در یک موج سینوسی به مقدار سنجیده شده از حداکثر مقدار مثبت در تناوب مثبت تا حداکثر مقدار منفی در تناوب منفی آن گفته می‌شود.
قطبیت		مشخص‌کردن سمت مثبت و منفی جریان یا ولتاژ DC
پروب یا نوک سر سیم‌های آزمایشی		نوک‌های فلزی و تیز سرسیم‌های آزمایشی که به نقاط موردنظر از مدار مورد سنجش متصل می‌گردند.
پالس		شکل موجی که از یک مقدار ثابت شروع به افزایش کرده و سپس به مقدار اولیه‌ی خودش باز می‌گردد.
سلسله پالس		یک مجموعه‌ی تکراری از پالس‌های در پی هم
رِنج		مقادیر موجود بین دو نقطه یا تراز
فراخوانی یا احضار		قابلیتی که به توسط آن می‌توان اطلاعات ذخیره شده (مثل اندازه‌های سنجیده شده) را مجدداً نمایش داد.
ضبط		با استفاده از این توانایی، کاربَر می‌تواند اندازه‌های سنجیده شده را ضبط و به عبارتی حفظ نماید.
تفکیک پذیری		میزان دقت در اندازه‌گیری یک مالتی‌متر دیجیتالی در هنگام سنجش‌های مختلف
شیب صعودی		قسمتی از شکل موج که معرف یک افزایش در ولتاژ باشد.
مقدار مؤثر یا rms		مقداری که معادل ۰/۷۰۷ دامنه‌ی کمیت سنجیده شده است.
نمونه		قرائت لحظه‌ای یک سیگنال ورودی
آهنگ نمونه برداری		تعداد دفعات اندازه‌گیری یک سیگنال طی یک زمان مشخص
مدار اتصال کوتاه		دو یا تعداد بیشتری از نقاط یک مدار که باعث عبور یک جریان ناخواسته و از قبل پیش‌بینی‌نشده گردند.
ترمینال		حفره یا مادگی‌هایی که قسمت نَر سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر را به آن‌ها وصل می‌کنند.
ولتاژ ترمینال		ولتاژ ایمن و بی‌خطری که ترمینال‌های مالتی‌متر برای کار و اتصال به آن‌ها، طراحی شده‌اند.
ضبط گرافیکی		قابلیتی که به توسط آن می‌توان یک کمیت سنجیده شده درمرور زمان را به صورت نموداری در امتداد یک خط مستقیم نشان داد.
تراز تحریک		میزان ثابتی که شمارنده‌ی مالتی‌متر به ازای آن شروع به کار می‌کند و به عبارت دیگر به ازای مقادیر کمتر از آن واکنشی از خود نشان نمی‌دهد.
شکل موج		الگویی که خصوصیات یک سیگنال الکتریکی را نمایش می‌دهد.
بزرگ‌نمایی و تمرکز		قابلیتی که به توسط آن می‌توان یک شکل موج یا قسمتی از آن را بزرگ کرد.

شکل ۲ـ۴: مالتی‌مترهای دیجیتالی برای تشریح اطلاعات نمایش داده شده از اصطلاحات خاصی استفاده می‌کنند.

فصل سوم

صفحات نمایشگر مالتی‌مترهای دیجیتالی

نمایش دیجیتالی کمیت‌ها

مالتی‌مترهای دیجیتالی مقادیر قرائت شده را به صورت ارقام دقیق و صحیحی نمایش می‌دهند. در این صورت و با استفاده از این مالتی‌مترها، از خطاهای مرسوم در اندازه‌گیری با مالتی‌مترهای عقربه‌ای خبری نخواهد بود. این مالتی‌مترها برای نمایش مقادیر قرائت شده از LED یا LCD استفاده می‌کنند. خواندن مقادیر موردنظر از روی مالتی‌مترهای LED دار ساده‌تر از نمونه‌های LCD دار است ولی مصرف باتری آن‌ها، بیشتر می‌باشد و به این لحاظ اکثر مالتی‌مترهای دیجیتالی به صفحه نمایش‌های کریستال مایع یا به اصطلاح LCD مجهزند. مالتی‌مترهای دیجیتالی هم کاملاً بی خطا نیستند و درصورتی‌که در موقع قرائت صفحه‌ی آن‌ها، پیشوندها، نمادها و نقاط اعشاری (ممیزها) به درستی تفسیر نشوند، با خطا و اشتباه همراه خواهند شد. مقدار صحیح قرائت شده از یک صفحه‌ی LCD، به ارقام نمایش داده شده و محل نقطه‌ی اعشاری (ممیز) بستگی دارد. محل ممیز اعشاری به رِنج انتخابی وابسته است. برای مثال رِنج‌های ولتاژی موجود در یک مالتی‌متر دیجیتالی که توانایی نمایش عدد ۵۰,۰۰۰ را داشته باشد به صورت ۵/۰۰۰۰، ۵۰/۰۰۰ و ۵۰۰/۰۰ ولت می‌باشند. مالتی‌مترهای دیجیتالی همچنین می‌توانند شامل رِنج‌های ولتاژی بسیار پایین (۵۰/۰۰۰ و ۵۰۰/۰۰ میلی ولت) و بسیار بالا (۱۰۰۰ ولت) باشند. همیشه برای اطلاع از رِنج‌های ویژه‌ی موجود، کتابچه‌ی دستگاه را به دقت مطالعه کنید. در این دستگاه‌ها، بالاترین رقم قرائت شده در رِنج ۳ ولت، ۲/۹۹۹، در رِنج ۳۰ ولت، ۲۹/۹۹ و بالاخره در رِنج ۳۰۰ ولت، ۲۹۹/۹ ولت خواهد بود. درصورتی‌که کمیت مورد اندازه‌گیری از رِنج انتخابی بیشتر باشد، مالتی‌متر با نمایش نماد OL بر روی صفحه‌ی نمایش خود، وضعیت اضافه‌بار یا رِنج نامناسب را اعلام می‌نماید (شکل ۳-۱).

تنظیم رنج مالتی‌مترهای دیجیتالی



شکل ۳ـ۱: مکان ممیز به توسط رِنج انتخابی مشخص می‌گردد.

در دستگاه‌های مجهز به قابلیت انتخاب رِنج خودکار، درصورتی‌که رِنج انتخابی برای اندازه‌گیری یک کمیت خاص کفایت نکند، به‌طور خودکار از رِنج بالاتری استفاده می‌شود هرچندکه در این کار افراط نشده و از نزدیک‌ترین و مناسب‌ترین محدوده استفاده می‌شود تا تفکیک‌پذیری دستگاه زیر سؤال نرود.

مالتی‌مترهای دیجیتالی مجهز به نمودار میله‌ای

برخی از مالتی‌مترها، برای نمایش میزان تغییرات و نوسانات یک کمیت مدار، در قسمتی از صفحه‌ی نمایش خود، توانایی نمایش یک نمودار میله‌ای را هم دارند. این نمودار که در واقع به نوعی، شبیه‌سازی حالت عقربه‌ای یا آنالوگ می‌باشد، از قطعات قابل روشن‌شدن متصل به همی تشکیل می‌گردد (شکل ۳-۲).

درصورتی‌که سر سیم‌ها به‌صورت ناصحیح به قطب‌های مثبت و منفی کمیت مورد سنجش متصل شده باشند، بر روی صفحه‌ی نمایش و در ابتدای نمودار میله‌ای، یک علامت منفی ظاهر می‌شود و نشان می‌دهد که جای سر سیم‌ها، باید تعویض گردند. مالتی‌مترها می‌توانند به نمودارهای میله‌ای «دور پیچ»[1] یا «غیر دور پیچ» مجهز باشند.

نمودار میله‌ای، متناسب با رِنج انتخابی، از بیشترین خانه‌های موجود استفاده می‌کند. متناسب

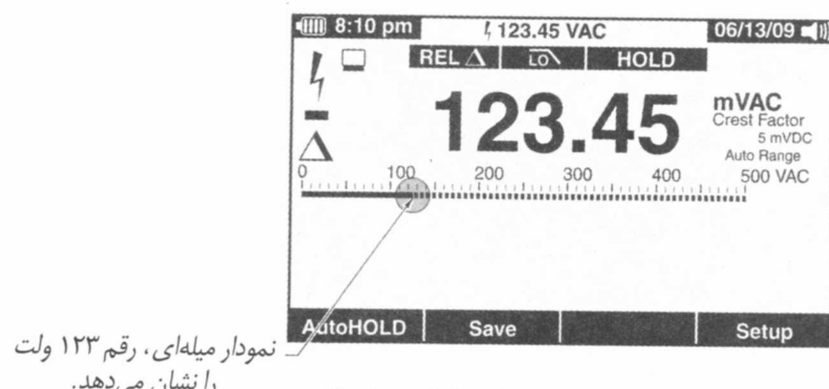
۱ـ اگر مدار داخلی برای تحریک نمودارهای میله‌ای مالتی‌متر به این صورت طراحی شده باشد، با اعمال کمیات اضافی به دستگاه، درست شبیه مکان‌نمای کامپیوتر که با رسیدن به آخرین ستون خط جاری، به ابتدای سطر بعدی نقل مکان می‌کند، درصورت روشن شدن همه‌ی خانه‌ها، بلافاصله کلیه‌ی آنها خاموش شده و فرآیند روشن‌شدن مجدد آنها از سر گرفته می‌شود و این عمل مرتبا تکرار می‌گردد. ولی اگر چنین قابلیتی پیش‌بینی نشده باشد، با روشن باقی‌ماندن همه‌ی خانه‌ها، کاربَر متوجه می‌شود که با این روش و این رِنج نمی‌توان کمیت مورد نظر را به درستی سنجید.

با افزایش یا کاهش در کمیت مورد اندازه‌گیری، تعداد خانه‌های روشن شده نیز زیاد و کم می‌گردند.

مالتی‌مترهای دیجیتالی با نمودارهای میله‌ای



نمودار میله‌ای ۳۰ خانه



نمودار میله‌ای ۵۰ خانه

شکل ۳ـ۲: در موقع ارزیابی تغییرات کمیت مورد سنجش، استفاده از نمودارهای میله‌ای با حساسیت و دقت بیشتری همراه است.

برای مثال، اگر رِنج انتخابی ۳۰ ولت باشد، نمودار میله‌ای مقادیر بین صفر تا ۳۰ ولت را نمایش می‌دهد. در این صورت و اگر در رِنج مزبور ۲۳ تا از خانه‌ها روشن شوند، معرف یک کمیت ۲۳ ولتی خواهد بود.

متناسب با نوع مالتی‌متر، تعداد خانه‌های روشن‌شده‌ی نمودار میله‌ای، ۳۰ تا ۴۰ بار در دقیقه، تجدید نظر می‌شوند. معمولاً میزان ۴۰ بار در ثانیه، حداکثر مقداری است که چشم انسان توانایی تعقیب و شناسایی آن‌ها را دارد. این درحالی‌است که عدد ظاهر شده بر روی صفحه‌ی نمایش تنها ۴ بار در ثانیه تغییر پیدا می‌کند. نمودار میله‌ای بیشتر در مواقعی مورد استفاده واقع می‌شود که سیگنال‌های با تغییرات سریع، باعث دگرگونی آنی و شدید ارقام نمایش داده شده گردیده و رقم خاصی قابل

قرائت نباشد و ارقام ظاهر شده بر روی صفحه به نوعی حالت چشمک‌زدن پیدا کنند. برای مثال، کنتاکت‌های رله‌های مکانیکی، در مواجهه با برخی جریانات، با سرعت زیادی باز و بسته می‌شوند. این باز و بسته‌شدن کنتاکت‌ها در مرور زمان، باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای می‌گردند.

با زیادشدن عمر رله، فرکانس و شدت ارتعاش کنتاکت‌ها هم افزایش می‌یابد. با این باز و بسته‌شدن‌های پی‌درپی کنتاکت‌ها، مقاومت موجود در مدار، به صورت لحظه‌ای از صفر تا بی‌نهایت و بالعکس تغییر پیدا می‌کند. از آن‌جایی که اکثر مالتی‌مترها برای قرائت اندازه‌ی یک کمیت مورد نظر، دست کم به تماس پیوسته‌ای در حدود ۲۵۰ میلی‌ثانیه نیاز دارند، در این وضعیت‌ها، قرائت مقادیر عددی از روی مالتی‌متر، منطقی و کارساز نخواهد بود.



شکل ۳ـ۳: عیب‌یابی سیستم برقی ۲۴ ولت DCی هواپیما به توسط یک مالتی‌متر دیجیتالی.

در این موارد اگر به قسمت نمودار میله‌ای مالتی‌متر دقت شود مشاهده می‌گردد که با لرزش کنتاکت‌های رله یا اتصالات شل و نه‌چندان محکم و مطمئن یک مدار، یک یا چند تا از قطعات نمودار میله‌ای، روشن می‌گردند. در این صورت و با ارزیابی عکس‌العمل سریع نمودار میله‌ای در مقابل تغییرات مزبور، به سرعت می‌توان مشکل را شناسایی نمود. به علاوه، درصورت استفاده از نمودار میله‌ای مالتی‌متر دیجیتالی، مشاهده‌ی تغییرات مقادیر مورد سنجش، با خطای دید ناشی از زاویه‌دار بودن شعاع دید به عقربه و صفحه‌ی نمایش، یعنی یکی از بزرگ‌ترین ایرادهای مالتی‌مترهای عقربه‌ای، همراه نخواهدَ بود و از هر زاویه‌ای که به قطعات روشن شده توجه شود، تفاوتی ایجاد نخواهد گردید.



شکل ۳ـ۴: *خانه‌های مجزای نمودار میله‌ای باعث ایجاد یک نمایش گرافیکی از تغییرات کمیت مورد سنجش می‌گردند.*

ولتاژهای شبح

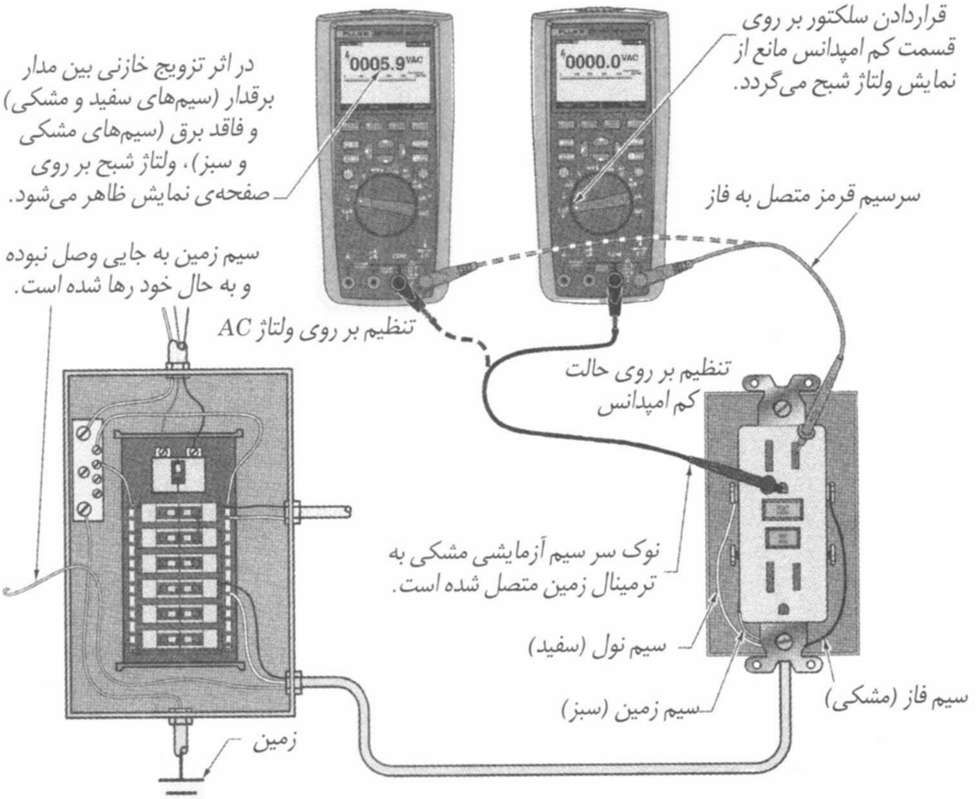
وقتـی مالتی‌مترهای دیجیتالی بـرای اندازه‌گیری ولتاژ AC تنظیم می‌شـوند، از امپدانس ورودی بالایـی برخـوردار می‌گردند. ایـن بالابودن امپدانس ما را مطمئن می‌سـازد کـه مالتی‌متر، مدار مورد آزمایـش را تحـت بارگذاری مؤثر و قابـل توجهی قرار نمی‌دهد. لذا وقتـی مالتی‌متر دیجیتالی به یک مـدار برقدار متصل می‌گردد، مدار مزبور تحت تأثیر مالتی‌متر واقع نشـده و اندازه‌گیری، از دقت لازم برخوردار خواهد بود.

اگرچه وقتی مالتی‌متر به یک مدار بدون برق متصل می‌شود، در اثر تزویج خازنی بین قسمت‌های بدون برق مدار تحت تست و مدارات برقدار مجاور، امپدانس بالای ورودی مالتی‌متر، می‌تواند اندازه ولتاژ نمایش داده شـده را متأثر سـازد. مثالی از این مورد در تست سیم‌ها یا کابل‌های فاقد برق موجود در یک لوله یا کانال که در مجاورت سیم‌های برقداری واقع شده باشد، رخ می‌دهد.

در این‌گونه موارد عددی که بر روی صفحه‌ی مالتی‌متر ظاهر می‌شود، ولتاژ واقعی نبوده و در واقع یک ولتاژ ایستا یا ساکن تلقی می‌شود. به این ولتاژ، ولتاژ غیر دقیق یا شبح ولتاژ می‌گویند.

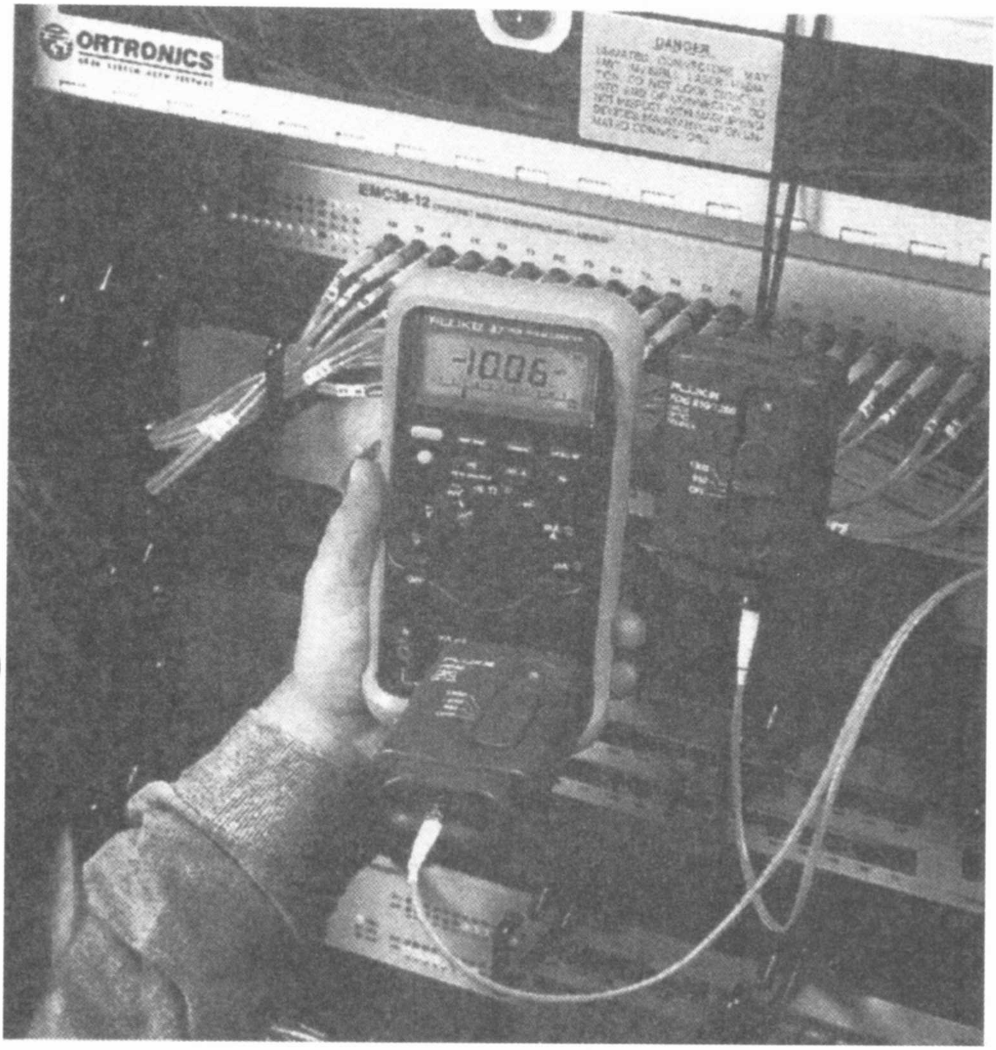
در واقع ولتاژ شبح ولتاژی است که صفحه‌ی نمایش مالتی‌متری که به یک مدار فاقد برق متصل شـده، آن را نشـان می‌دهد. برای مثال اگر سـر سیم‌های آزمایشـی یک مالتی‌متر دیجیتالی را به فاز (هادی برقدار) و سیم زمینی که به زمین وصل نشده، متصل کنیم، صفحه‌ی مالتی‌متر، ولتاژ شبح را نشان می‌دهد (شکل ۳-۵).

ولتاژ شبح



شکل ۳-۵: در موقع قرائت ولتاژ شبح، ارقامی بر روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌شوند که ثابت نبوده و با سرعت زیادی تغییر می‌کنند.

برخی از دستگاه‌ها به یک محدوده‌ی سنجش ولتاژهای ACی کم امپدانس مجهز می‌باشند. این محدوده، بیشتر در مواقعی که در برقدار بودن یا نبودن مدار مورد سنجش تردید وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در موقع اندازه‌گیری ولتاژهای متناوب برای این‌که بدون قرار دادن یک مصرف‌کننده در مدار، بهترین سنجش را انجام دهید، همیشه کار را با تنظیم سلکتور در محدوده‌ی نُرمال و معمولی ولتاژ متناوب آغاز کنید. اگر به وجود ولتاژ شبح شک کرده و یا احساس نمودید که رقم نشان داده شده صحیح نمی‌باشد، در وهله‌ی بعدی، با استفاده از سلکتور، مالتی‌متر را در وضعیت کم امپدانس قرار دهید.



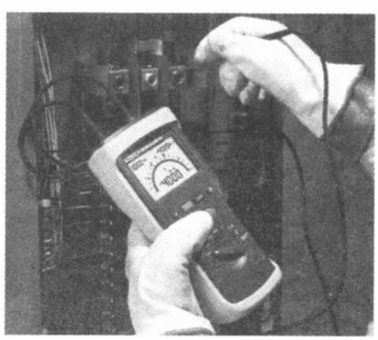
شکل ۳ـ۶: در موقع عیب‌یابی مدارات فیبر نوری، از یک منبع فیبر نوری و خشاب ویژه‌ی همراه مالتی‌متر دیجیتالی، استفاده می‌شود.

فصل چهارم

امکانات پیشرفته‌ی مالتی‌مترهای دیجیتالی

کاربردهای امکانات پیشرفته مالتی‌مترهای دیجیتالی

درموقع عیب‌یابی و رفع مشـکلات ناشی از ولتاژ، جریان و مقاومت‌ها، به‌کارگیری مالتی‌مترهای دیجیتالی بسـیار مفید می‌باشد. معمول‌ترین مشکلات و مسـائل عیب‌یابی به تست‌های قطع جریان برق ناشی از فیوزهای سوخته و جریان‌های شدید مربوط به مدارات تحت اضافه بار و مقاومت نامناسب ایجاد شـده در اثر پارگی یا فرسودگی عایق و روکش سیم‌ها می‌باشند. اگرچه، درموقع عیب‌یابی‌های پیچیده‌تر باید از مالتی‌مترهای پیشـرفته‌تر و مجهز به امکانات اضافی مناسـب سـود جست. در موقع عیب‌یابی و رفع کردن مشـکلات ناشی از فرکانس‌های نامناسب، داغ‌شدن بیش از اندازه‌ی سیم‌های نول و برخی اشکالات ادواری و غیرهمیشگی، داشتن این امکانات پیشرفته، بسیار ضروری می‌باشند. این امکانات خاص مالتی‌مترهای دیجیتالی متناسب با مدل‌های دستگاه‌های گوناگون، تغییر می‌کنند.



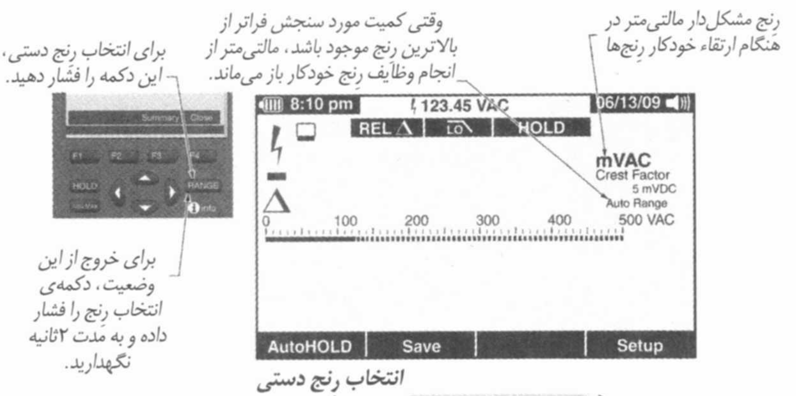
شکل ۴ـ۱: صفحه‌ی نمایش برخی از مالتی‌مترها به گونه‌ای است که برای تفسیر دقیق قرائت‌های صورت پذیرفته، از ترتیبات و ابتکارهای متفاوتی سود می‌جویند.

رنج‌های دستی و خودکار

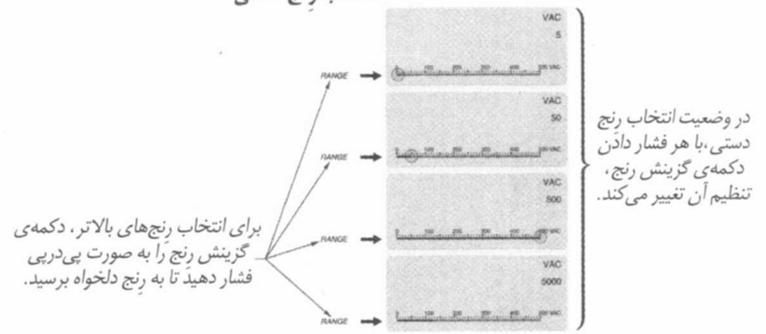
وضعیت رِنج دستی حالتی از یک مالتی‌متر دیجیتالی است که گزینش یک رِنج سنجشی مورد نظر را میسر می‌سازد. این مالتی‌مترها هم شبیه نمونه‌های عقربه‌ای، برای سنجش و اندازه‌گیری کمیات مختلف مثل ولتاژ، جریان و مقاومت به رِنج‌های مختلفی مجهز هستند. برای نمونه یک مالتی‌متر دیجیتالی ۵۰,۰۰۰ شماره‌ای، ممکن است از شش رِنج مختلف برای اندازه‌گیری ولتاژ سود جوید (۵۰/۰۰۰ میلی‌ولت، ۵۰۰/۰۰ میلی‌ولت، ۵/۰۰۰۰ ولت، ۵۰/۰۰۰ ولت، ۵۰۰/۰۰ ولت و ۱۰۰۰/۰ ولت).

وقتی یک مالتی‌متر دیجیتالی به صورت دستی بر روی یک رِنج خاص تنظیم می‌شود، قادر به سنجش مقادیر مختلف یک کمیت تا حداکثر مقدار همان رِنج می‌باشد. برای مثال هنگامی که یک مالتی‌متر دیجیتالی بر روی رِنج ۵۰/۰۰۰ ولت گذاشته می‌شود قادر به نمایش ولتاژهایی حداکثر تا میزان ۴۹/۹۹۹ ولت خواهد بود. مقادیر بیش از ۵۰/۰۰۰ ولت، اضافه بار تلقی شده و نماد OL بر روی صفحه‌ی LCD دستگاه ظاهر خواهد شد (شکل ۴-۲).

انتخاب رنج‌های دستی و خودکار



انتخاب رِنج دستی



انتخاب رِنج خودکار

شکل ۴ـ۲: وجود دو گزینه‌ی مختلف در انتخاب رِنج‌های دستی و خودکار باعث می‌شود که کاربَر برای کسب بهترین تفکیک‌پذیری و بالاترین میزان دقت در کمیت مورد سنجش، حق انتخاب داشته باشد.

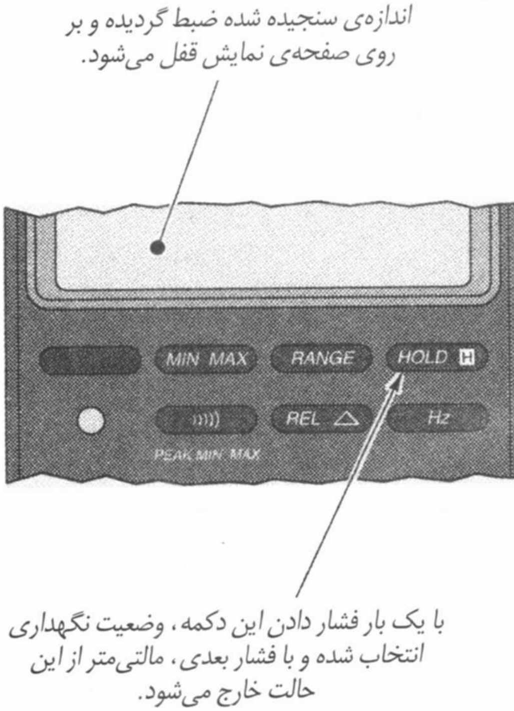
رِنج خودکار وضعیتی از یک مالتی‌متر دیجیتالی است که با انتخاب آن، دستگاه به طور خودکار بهترین رِنجی که منجر به مناسب‌ترین تفکیک‌پذیری و بالاترین میزان دقت در سنجش کمیت موردنظر می‌شود را، انتخاب می‌نماید. با این انتخاب، درصورتی‌که میزان کمیت مورد سنجش از رِنج اولیه‌ی دستگاه بیشتر باشد و در واقع بخواهد آن را با یک اضافه بار مواجه سازد، قابلیت رِنج خودکار ،بلافاصله، رِنج بالاتر بعدی و بعدی را برمی‌گزیند تا نهایتاً به حد مناسب برسد. معمولاً وقتی مالتی‌متر را روشن می‌کنیم، دستگاه به صورت اتوماتیک کار خود را با رِنج خودکار آغاز می‌کند. برای خروج از حالت خودکار و ورود به وضعیت دستی باید دکمه‌ی انتخاب رِنج را فشار داده و برای مدتی در حدود ۲ثانیه آن را در همان وضعیت نگهداشت. برای اکثر اندازه‌گیری‌ها بهتر است از همین وضعیت رِنج خودکار دستگاه استفاده نمود. در موقع استفاده از وضعیت دستی باید دقت کرده و توجه داشت که درصورت سنجش کمیات فراتر از رِنج انتخابی، دستگاه رِنج مناسب را به صورت خودکار انتخاب نخواهد کرد. برای مثال اگر مالتی‌متری بر روی رِنج ۴/۰۰۰ ولت تنظیم شده باشد، با اعمال هر ولتاژ فراتر از آن به دستگاه، نماد OL که معرف اضافه‌بار است بر روی صفحه ظاهر می‌شود. ظهور نماد OL بر روی صفحه، مانع از نمایش کمیات فراتر از ۴/۰۰۰ ولت شده و درصورتی‌که اتصال سرسیم‌ها به نقاط یا مدار موردنظر ادامه پیدا کند، عملکرد دستگاه را دچار اختلال و سردرگمی می‌نماید.

گاهی‌اوقات و به‌خصوص در مواردی که حدود تقریبی کمیت مورد سنجش مشخص باشد، کاربَر، دستگاه را از حالت انتخاب رِنج خودکار خارج کرده و آن را بر روی رِنج دستی قرار می‌دهد. برای مثال در مواردی که اندازه‌گیری ولتاژ پریزهای خانگی موردنظر باشد، انتخاب یک رِنج ۴۰۰/۰ ولت AC مناسب بوده و با این گزینش به کاهش یا حذف ولتاژ شبح هم کمک می‌شود. درصورتی‌که دستگاه در وضعیت رِنج خودکار قرار داده شود، وقتی به حد بالایی رِنج ۴۰۰/۰ میلی‌ولت می‌رسد ممکن است در انجام وظایف محوله، با مشکل روبه‌رو گردد. این رِنج پایین (۴۰۰mV.DC) بسیار حساس بوده و ممکن است کار به ایجاد ولتاژ شبح هم منجر گردد.

وضعیت «حفظ و نگهداری»

در هنگام اندازه‌گیری کمیات مختلف، نگاه‌کردن پیوسته و مداوم به صفحه‌ی نمایش دستگاه، خیلی معمول نیست. ضمن این‌که در پاره‌ای موارد، کمیت اندازه‌گیری شده دارای نوسان بوده و اندازه‌اش به سرعت تغییر می‌کند. در مالتی‌مترهایی که به این قابلیت (وضعیت حفظ و نگهداری) مجهزند، این امکان وجود دارد که می‌توان اندازه‌ی یک کمیت سنجیده شده را حفظ کرده و در موقع ضرورت، حتی پس از قطع‌کردن سر سیم‌ها از نقاط مورد آزمایش، آن را قرائت نمود (شکل ۴-۳). دو حالت کلی برای وضعیت «نگهداری» وجود دارد که یکی نوع استاندارد و دیگری نمونه‌ی خودکار (لمسی) می‌باشد.

وضعیت حفظ و نگهداری



شکل ۴ـ۳: وضعیت نگهداری، اندازه‌ی سنجیده شده را ضبط کرده و در موقع لزوم، آن را بر روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌سازد.

در نمونه‌ی استاندارد، وقتی دکمه‌ی «نگهداری» فشار داده شود، اندازه‌ی سنجیده شده بر روی صفحه‌ی نمایش را نگهداشته و ثابت می‌کند. اندازه‌ی مزبور تا دفعه‌ی بعدی که دکمه‌ی «نگهداری» فشار داده شود، به همان صورت بر روی صفحه باقی می‌ماند. در نمونه‌ی خودکار، با فشاردادن دکمه «نگهداری»، اندازه سنجیده شده به همان صورت نگهداشته می‌شود ولی این تفاوت وجود دارد که وقتی مالتی‌متر یک مقدار پایدار و جدید را قرائت کند، در اندازه‌ی کمیت محفوظ نیز تجدید نظر شده و مقدار جدیدتر، حفظ می‌گردد. در این صورت تا ایجاد یک مقدار پایدار و جدیدتر، کمیت حفظ شده‌ی قبلی به همان حال، باقی می‌ماند.

وقتی لازم باشد که یک کمیت سنجیده شده، بدون توجه به سایر اندازه‌گیری‌های انجام شده، به همان‌صورت حفظ و نگهداری شود، استفاده از قابلیت «نگهداری» استاندارد، بهترین انتخاب می‌باشد. در موقع سنجش کمیاتی که در مدارهای درحال تغییر و ناپایدار قرار دارند (مقادیری که به سرعت تغییر اندازه می‌دهند) و اندازه‌های نمایش داده شده در نوسان بوده و قرائت آن‌ها دشوار است، بهترین کار، بهره‌گیری از حالت «نگهداری» خودکار می‌باشد.

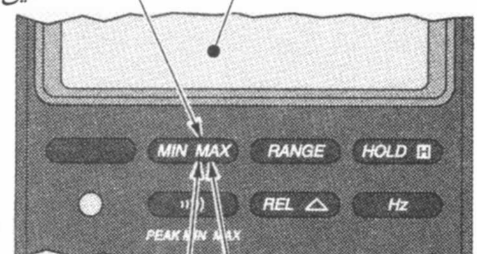
وضعیت ضبط «حداقل ـ حداکثر»

این قابلیت، امکانی است که به توسط آن می‌توان مقادیر «حداقل ـ حداکثر» یک کمیت را ضبط کرده و در هنگام مناسب آن را بر روی صفحه ظاهر ساخت. این مقادیر «حداقل ـ حداکثر» می‌توانند شامل سنجش جریان، ولتاژ و یا مقاومت باشند. در عین حال و با استفاده از وسایل کمکی ویژه می‌توان برای ضبط دما، فشار، خلاء و کمیاتی از این دست نیز از این قابلیت سود جست. در هنگام عیب‌یابی، استفاده از این قابلیت، در ضبط سریع تأثیر هر نوع تنظیم بر روی قطعه یا مدار مورد نظر، بسیار مفید می‌باشد (شکل ۴-۴).

وضعیت ضبط «حداقل ـ حداکثر»

مقادیر «حداقل ـ حداکثر» در این قسمت نمایش داده می‌شوند.

برای انتخاب قابلیت «حداقل ـ حداکثر»، این دکمه را فشار دهید.



برای خروج از وضعیت سنجش «حداقل ـ حداکثر» این دکمه را فشار داده و ۲ ثانیه نگهدارید.

برای جابجایی یا انتخاب یک وضعیت جدید، مجددا این دکمه را فشار دهید.

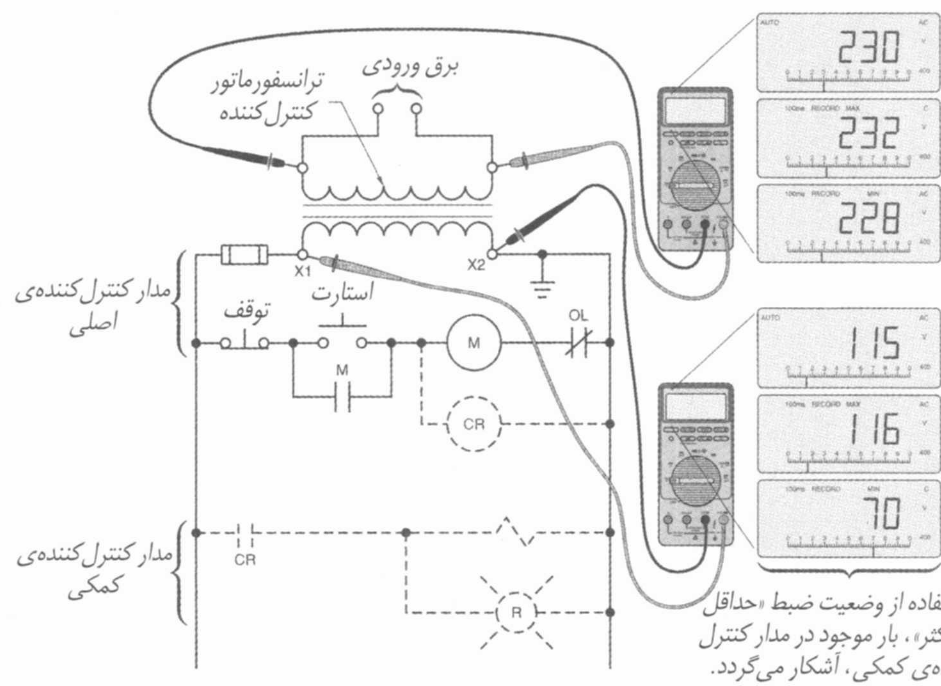
شکل ۴ـ۴: قابلیت ضبط «حداقل ـ حداکثر»، کمترین و بیشترین مقادیر سنجیده شده در یک اندازه‌گیری را ضبط کرده و در موقع نیاز بر روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌سازد.

پس از اتصال مالتی‌متر به مدار موردنظر و با فشردن دکمه‌ی «حداقل، حداکثر» می‌توان به کمترین یا بیشترین مقادیر قرائت شده دست یافت. برای مشخص شدن مقادیر قرائت شده، همراه هرکدام از اندازه‌های «حداقل» یا «حداکثر» به ترتیب از اختصارات MIN یا MAX در کنار آن‌ها استفاده می‌گردد. در اکثر مالتی‌مترها، تغییر اندازه‌ی حداقل یا حداکثر قبلی و تغییر آن‌ها به مقادیر جدید، با انتشار بوق کوتاهی همراه می‌باشد. صدای بوق ممتد نشانه مواجه‌شدن مالتی‌متر با اضافه‌بار است. استفاده از این قابلیت مالتی‌مترها در اندازه‌گیری ولتاژ و تشخیص مشکلات ناشی از پایین‌بودن ولتاژ در لحظه‌ی استارت موتورهای الکتریکی بزرگ و قوی، بسیار مفید فایده است. همچنین از این امکان، در رفع عیب مدارات مواجه با اضافه‌بار، اضافه جهش ولتاژهای بالا و آشکارسازی اُفت ولتاژهای موقتی، استفاده می‌کنند. برای مثال بسیاری از مدارات کنترل‌کننده صنعتی به وسیله‌ی یک ترانس

کنترل، تغذیه می‌گردند. ترانس مزبور، توان مجاز ثابتی دارد که در پلاک مشخصات آن و برحسب «ولت ـ آمپر» یا «کیلو ولت آمپر» قید می‌گردد. اگر کل بار متصل شده به ترانس در حد توان مجاز آن باشد، ترانس، در ثانویه‌ی خود، ولتاژ مناسبی را تأمین می‌نماید. اگرچه درصورتی‌که بار متصل‌شده به آن از حد مجاز ترانس بیشتر شود، ولتاژ خروجی آن با اُفت مواجه می‌گردد. هرچه میزان بار متصل شده به ثانویه بیشتر باشد، اُفت ولتاژ ایجاد شده هم افزون‌تر خواهد بود. ایجاد اُفت ولتاژ در سایر مدارات الحاقی، مشکلات و مسائلی را به وجود می‌آورد و رله‌های موجود در مدار و استارت موتور را با دشواری روبه‌رو می‌سازد.

مشخص‌کردن اُفت ولتاژ کار دشواری است زیرا اندازه‌گیری‌های ولتاژ معمولاً در حالت بی‌باری یعنی در شرایطی که باری در مدار وجود ندارد و یا به عبارت دیگر مصرف‌کننده‌های موجود در وضعیت خاموش هستند، صورت می‌پذیرد (شکل ۴-۵).

استفاده از ولتاژ «حداقل ـ حداکثر» برای عیب‌یابی بارهای متصل به ترانسفورماتور

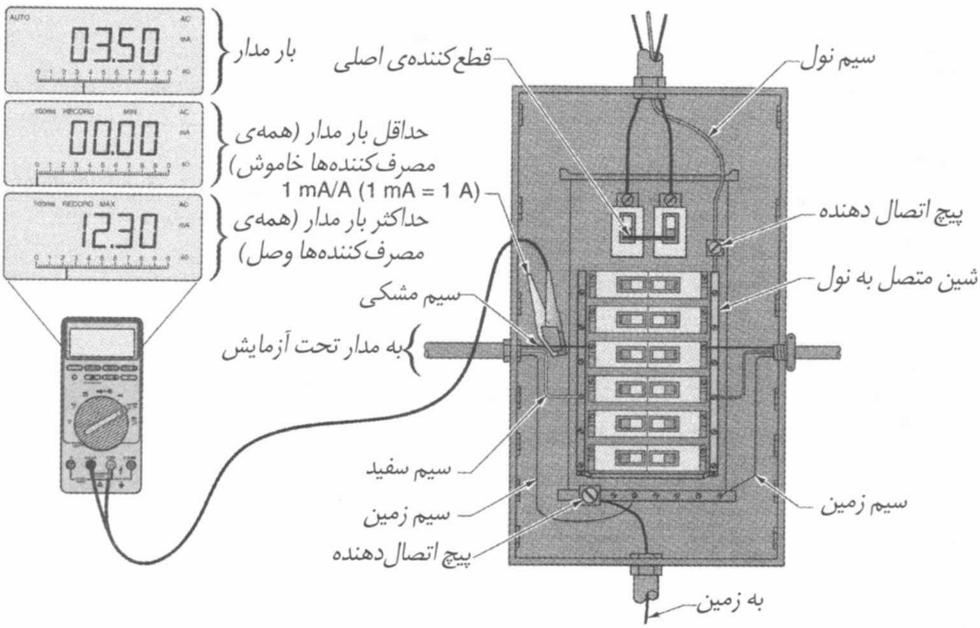


شکل ۴ـ۵: از وضعیت ضبط و قرائت ولتاژهای «حداقل ـ حداکثر» برای آشکارسازی کاهش ولتاژ ناشی از اعمال اضافه‌بار به مدار استفاده می‌شود.

از آن‌جایی که ولتاژ خروجی ترانسفورماتور معمولاً در حد مجاز خود می‌باشد، علت واقعی مشکل غالباً نادیده گرفته می‌شود. با قراردادن مالتی‌متر در وضعیت ضبط ولتاژهای «حداقل ـ حداکثر» و

روشــن‌کردن تمام مصرف‌کننده‌های موجود در مدار و در حین عملکرد سیســتم، به راحتی می‌توان شــرایط پایین افتادن ولتاژ در اثر ایجاد حالت اضافه‌بار در مدار را مشــخص نمود. پس از تشــخیص عیب می‌توان آن را با افزایش قدرت ترانسفورماتور و یا کاهش دادن بارهای متصل به مدار، مرتفع نمود.

بهره‌گیری از شدت جریان «حداقل ـ حداکثر» برای عیب‌یابی بارگذاری مدار



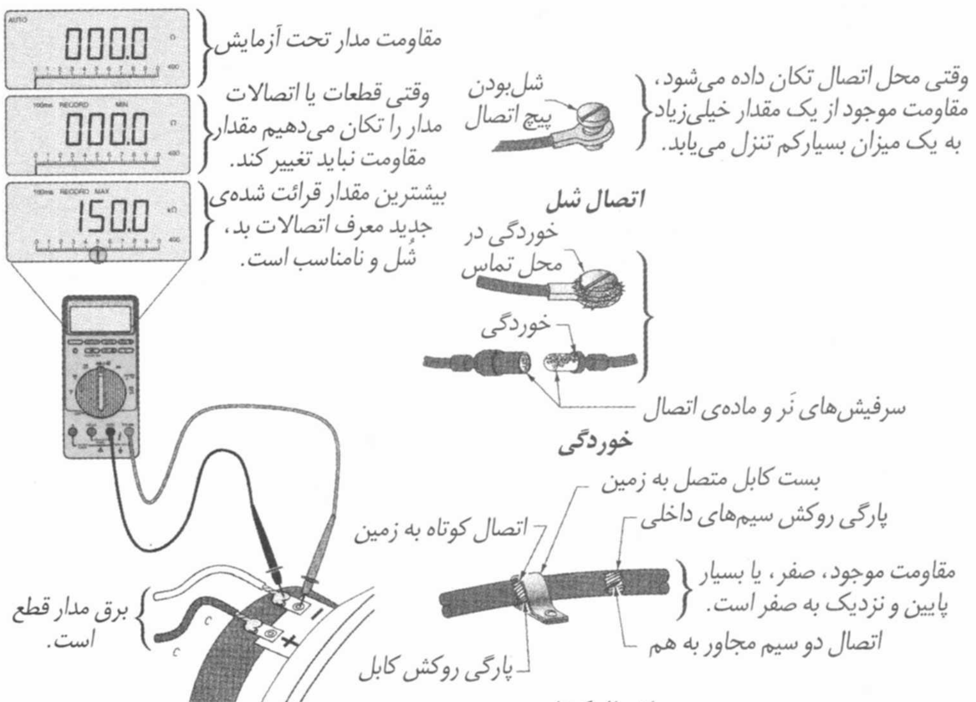
شکل ۴ـ۶: از قرائت شدت جریان در حالت «حداقل ـ حداکثر»، برای اطلاع از این‌که آیا یک مدار تحت اضافه‌بار قرار دارد یا هنوز جایی برای اضافه‌کردن مصرف‌کننده‌های جدید به آن وجود دارد یا خیر استفاده می‌شود.

بــرای این‌کــه بفهمیــم که آیا یک مــدار تحت اضافه بــار قرار دارد یــا هنوز ظرفیــت اضافه‌کردن مصرف‌کننده‌هــای دیگری به آن وجــود دارد یا خیر می‌توان از قابلیت «حداقــل ـ حداکثر» در وضعیت ســنجش جریان آن، بهره گرفت (شــکل ۴-۶). وقتی همه‌ی مصرف‌کننده‌ها و بارهای متصل به مدار قطــع یا خاموش باشــند، هیچ جریانی از مدار نخواهد گذشــت و درصورتی‌که عبــور جریانی ملاحظه شود نشان‌دهنده‌ی این است که مدار با یک جریان نشتی (یا به اصطلاح عامیانه برق دزدی!) مواجه اســت. این جور مشــکلات در اثر ایجاد یک اتصال کوتاه جزئی در قسمتی از مدار ایجاد شده و معمولاً ناشــی از عواملی مثل مردگی، شکســتگی یا فرســودگی روکش و عایق ســیم‌ها می‌باشد. وقتی تمام مصرف‌کننده‌هــا در وضعیت روشــن قرار گرفته و وارد مدار شــوند، جریان کشیده‌شــده از مدار باید در محدوده‌ی مجاز و مناســب سیســتم باشــد. اگر مشــاهده کردید که جریان عبوری کمتر از حد مجاز و

مشـخصات داده شـده است، می‌توان این طور استنباط کرد که سیسـتم هنوز پذیرای مصرف‌کننده یا بارهای دیگری هم می‌باشد.

اندازه‌گیـری مقاومت بـا وضعیت ضبط حالت «حداقل ـ حداکثر»، در مشـکلات عایق کردن و جدا سازی ناشی از اتصالات شُل، وجود خوردگی و ایجاد اتصال کوتاه‌ها، بسیار مفید است (شکل ۴-۷).

استفاده از مقاومت «حداقل ـ حداکثر» در عیب‌یابی قسمت‌های مختلف مدار



شکل ۴ـ۷: در هنگام عیب‌یابی قسمت‌های مختلف مدار به کمک محدوده‌ی سنجش مقاومت «حداقل ـ حداکثر»، کل برق مدار را باید قطع نمود.

در انجـام این آزمایش و برای سـنجش مقاومت مدار تحت تسـت باید ضمـن خاموش بودن برق کلیه‌ی قسـمت‌ها، سر سـیم‌های آزمایشـی مالتی‌متر را به نقاط موردنظر از جمله محل‌های اتصال، بسـت‌ها، مصرف‌کننده‌های مختلف و قسـمت‌های گوناگون مدار متصل نمود. در انجام این کار باید مالتی‌متر را در وضعیت سـنجش مقاومت «حداقل ـ حداکثر» تنظیم نموده و سـر سـیم‌ها یا اتصالات موجود را با یک وسـیله‌ی عایق مثلاً یک دَم باریک با دسـته‌ی پلاستیکی، تکان داد. در این صورت سلامت مدار، مشروط به تغییر نکردن اندازه‌ی مقاومت نشان داده شده خواهد بود.

اگر در خلال انجام این عملیات با ضبط یک مقدار سـنجیده شـده‌ی بـا مقاومت بالا (حداکثری)

مواجه شـدید، می‌توانید انتظار وجود یک قسمت قطعی در مدار را داشته باشید. و بالعکس، در مداری کـه یـک مقاومت ثابت مثـلاً ۲۰۰ اُهمی دارد، وجود یـک مقاومت ناچیز جدید (حداقلی)، نشـانه‌ی وجـود یک اتصال کوتاه جزئی و موضعی در مدار اسـت. در خلال انجام ایـن کارها و برای مدت‌های نسـبتاً طولانی می‌تـوان مالتی‌متر را در وضعیت ضبـط «حداقل ـ حداکثر» قـرار داد. در این صورت تا زمانی‌که باتری دستگاه از توان مناسبی برخوردار باشد (چیزی در حدود چند صد ساعت)، مالتی‌متر به اندازه‌گیری بی‌وقفه‌ی خود در این محدوده ادامه می‌دهد.

وضعیت ضبط پیک «حداقل ـ حداکثر»

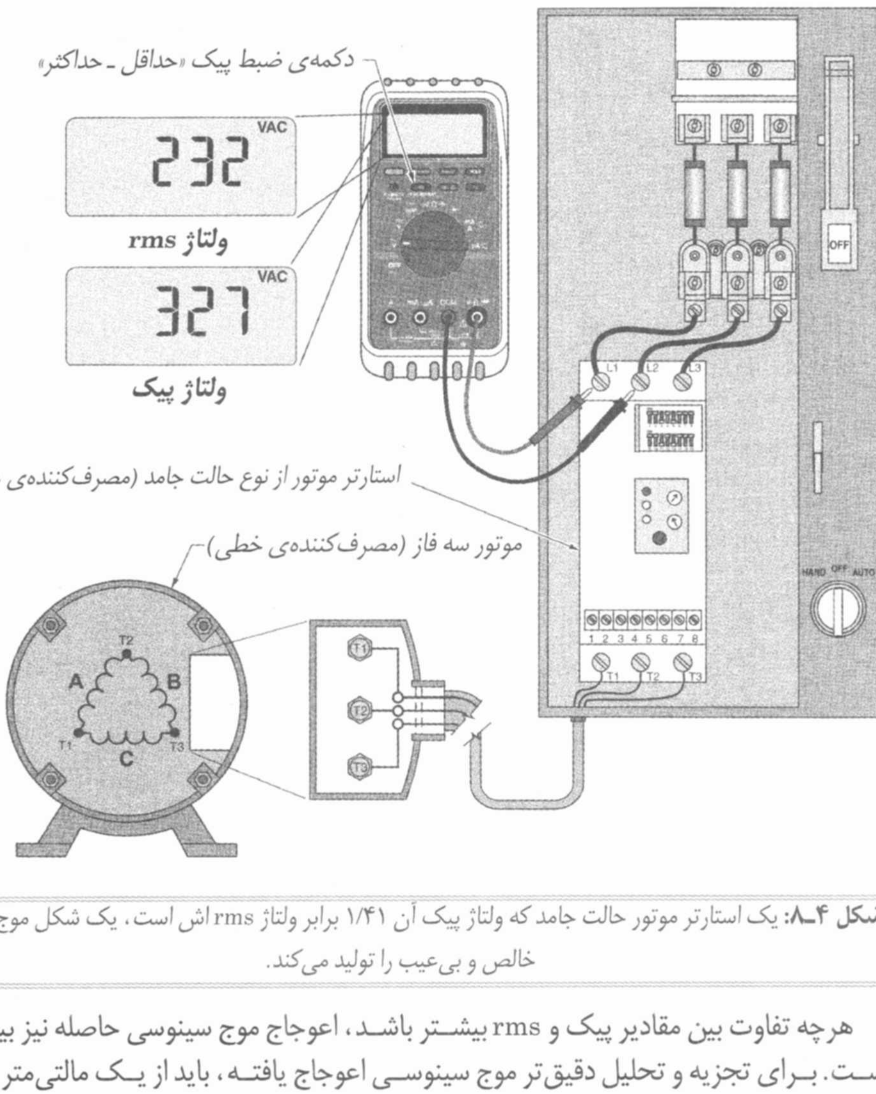
برخی از مالتی‌مترها به این قابلیت مجهز می‌باشـند. با اسـتفاده از ایـن توانایی مالتی‌متر، قادر به ضبـط بالاترین یا پایین‌ترین قسـمت‌های شـکل‌موج سینوسـی یک ولتاژ AC یعنـی نقاط پیک آن می‌باشید. برای انجام این کار باید در حالی که مالتی‌متر در وضعیت سنجش «حداقل ـ حداکثر» است، دکمه‌ی مربوط به پیک «حداقل ـ حداکثر» یا اختصاراً دکمه‌ی «پیک» را فشار داده و فعال ساخت. زمان عکس‌العمل یا پاسـخ پرسرعتی در حدود ۲۵۰ میکروثانیه یا کمتر، باعث ضبط مقادیر پیک حداکثری شکل موج مربوطه می‌گردد. این مقادیر در محاسبات ضریب اوج مفید واقع شده و وقتی برای سنجش جریان از یک سـر سیم آزمایشی کلمپی سود می‌جوییم، در ضبط ولتاژهای گذرا و جهشی (ولتاژهای بیش‌ازحد طولانی‌مدت) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از این توانایی مالتی‌متر و با تجزیه و تحلیل شـکل موج سینوسـی ACی ایجاد شـده در قسـمت اسـتارت موتورهـای الکتریکـی از نوع حالت جامـد، درایو موتورهـای الکتریکی بـا فرکانس متغیر، کامپیوترها و سـایر دسـتگاه‌های الکترونیکی حالت جامد می‌توان اسـتفاده کرد و از نحوه‌ی عملکرد آن‌ها آگاه شـد. ولتاژ ACی معمولی و عادی باعث ایجاد یک شـکل موج سینوسی و ACی خالص و سالم و بی‌عیب می‌گردد. در چنین شکل موجی، ولتاژ پیک معادل ۱/۴۱ برابر ولتاژ مؤثر (rms) است.

برای به‌دسـت‌آوردن این مقادیر، ابتدا سـر سیم‌های آزمایشـی مالتی‌متر را به مدار متصل کرده و ولتـاژ را اندازه‌گیری می‌کنیم و سـپس با فشـاردادن دکمه‌ی «حداقل ـ حداکثر»، کمترین و بیشـترین مقادیـر rms یـا ولتاژ مؤثـر را ثبت می‌نماییم و در خاتمه ضمن این‌که اتصالات سـر جای خودشـان هستند، دکمه‌ی پیک «حداقل ـ حداکثر» را می‌فشاریم و مقدار پیک ولتاژ را در صفحه‌ی نمایش قرائت می‌نماییم (شکل ۴-۸).

برای مثال در یک شـکل موج سینوسـی خالص و فاقد اعوجاج، ولتاژ پیـک باید ۱/۴۱ برابر ولتاژ rms باشـد. اگر مدار اسـتارتر حالت جامد موتور کار خود را به درسـتی انجام دهد، ولتاژ مؤثرش ۲۳۲ ولت AC (موثر یا rms) و ولتاژ پیک آن تقریباً ۳۲۷ ولت AC (۳۲۷/۱۲=۱/۴۱×۲۳۲) خواهد بود. اگر ولتاژ پیک کمتر یا بیشـتر از ۱/۴۱ مقدار rms باشـد، نشانه‌ی آن است که شکل موج سینوسی، حالت خلوص و طبیعی خود را از دست داده و دچار اعوجاج گردیده است.

وضعیت ضبط پیک «حداقل ـ حداکثر»



شکل ۴ـ۸: یک استارتر موتور حالت جامد که ولتاژ پیک آن ۱/۴۱ برابر ولتاژ rms اش است، یک شکل موج سینوسی خالص و بی‌عیب را تولید می‌کند.

هرچه تفاوت بین مقادیر پیک و rms بیشتر باشد، اعوجاج موج سینوسی حاصله نیز بیشتر بوده است. برای تجزیه و تحلیل دقیق‌تر موج سینوسی اعوجاج یافته، باید از یک مالتی‌متر با قابلیت نمایش گرافیکی سود جست.

وضعیت ضبط «میانگین»

برخی از مالتی‌مترها به قابلیت ویژه‌ای مجهزند که می‌توانند میانگین مقادیر «حداقل ـ حداکثر» را ضبط نمایند. این توانایی به‌طور پیوسته و مداوم، همه مقادیر قرائت‌شده در طول زمان را زیر نظر داشته و میانگین واقعی آن‌ها را مشخص می‌سازد. این ویژگی مالتی‌متر برای روان‌سازی و

یک‌دست‌کردن اندازه‌گیری ورودی‌های متغیر یا ناپایدار و محاسبه‌ی بارهای میانگین مدار، مفید فایده می‌باشد.

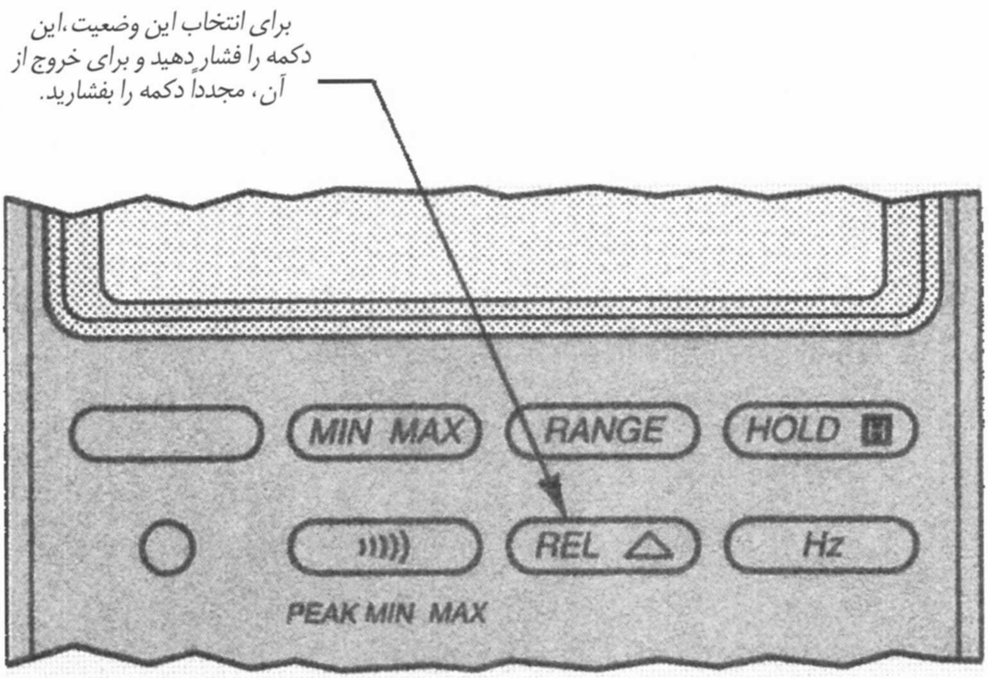


شکل ۴ـ۹: در موقع عیب‌یابی بارهای متصل به یک سیستم توزیع انرژی، می‌توان از اندازه‌گیری کمترین و بیشترین مقادیر جریان سود جست.

وضعیت «نسبی»

این قابلیت که با "REL" نشان داده می‌شود وضعیتی از مالتی‌متر است که اندازه‌ای را ضبط کرده و LCDی دستگاه، تفاوت بین مقدار مزبور و مقادیر قرائت‌شده بعدی را نشان می‌دهد. از این قابلیت معمولاً برای نشان‌دادن مقادیر اندازه‌گیری‌شده‌ی بالاتر یا پایین‌تر از یک مقدار مشخص و یا صفرکردن قرائت خط مبنا در جهت حذف مقاومت سر سیم‌های آزمایشی استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۰).

وضعیت نسبی

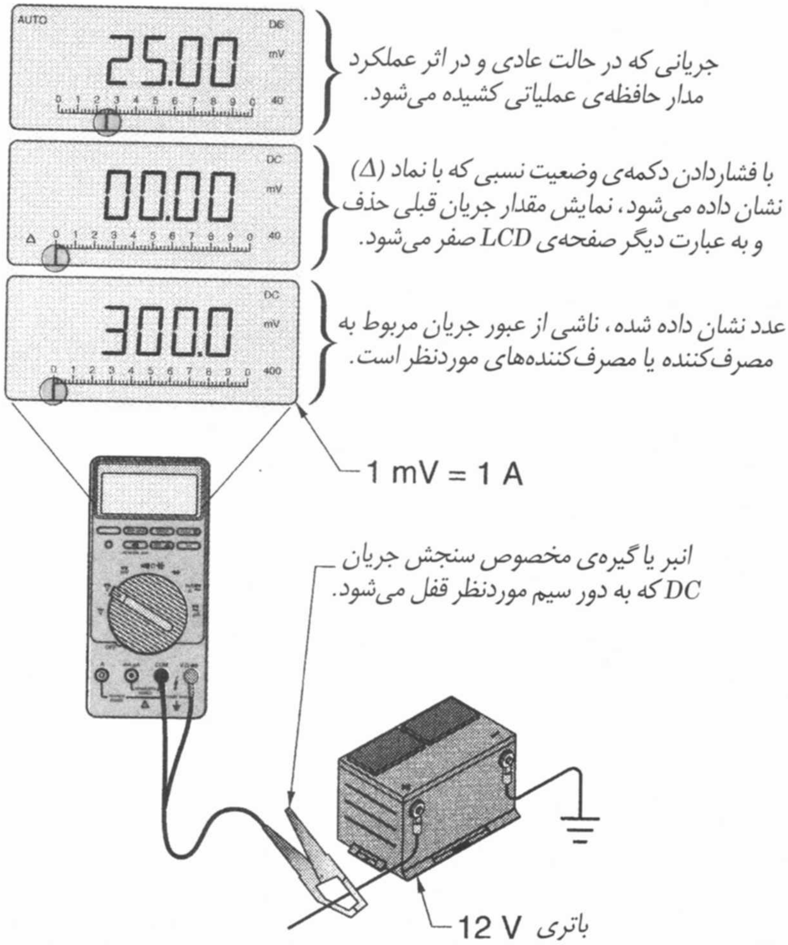


شکل ۴ـ۱۰: وضعیت نسبی اندازه‌ای را سنجیده و ما به تفاوت اندازه‌گیری‌های بعدی که بالاتر یا پایین‌تر از مقدار مزبور باشند را در روی LCDای دستگاه، نمایش می‌دهد.

برای استفاده از این قابلیت، سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر را به مدار موردنظر متصل سازید. با فشاردادن دکمه REL، LCDای دستگاه یک مقدار صفر را نمایش می‌دهد. در این صورت اندازه‌ی کمیت سنجیده شده در هنگام فشاردادن دکمه‌ی مزبور، به عنوان مقدار مبنا در حافظه‌ی دستگاه ثبت می‌گردد. از این جا به بعد، هر مقداری که در روی صفحه‌ی LCD دستگاه نشان داده شود، در واقع ما به تفاوت اندازه‌ی کمیت موردنظر با مقدار ثبت شده‌ی مبنا خواهد بود. از این توانایی می‌توان در هنگام سنجش ولتاژ، جریان و یا مقاومت سود جست. برای مثال آن را می‌توان برای سنجش جریان کشیده به وسیله‌ی یک مصرف‌کننده یا مدار، در هنگام تست سیستم برقی اتومبیل، به کار برد (شکل۴-۱۱). برای سنجش شدت جریان DC، سلکتور دستگاه را بر روی سنجش جریان DC قرار داده و سرسیم‌های آزمایشی ویژه این کار را که به یک انبر مخصوص (کلمپ) مجهز است، به مالتی‌متر متصل می‌سازیم.

در این صورت و با اتصال انبر ویژه‌ی سنجش جریان DC به کابل مثبت باتری، می‌توان کل جریان مورد نیاز سیستم برقی را اندازه گرفته و یا با ارتباط آن به جعبه فیوز خودرو، از جریان مصرفی تجهیزات مختلف، اطلاع حاصل نمود.

استفاده از وضعیت «نسبی» در سنجش جریان



شکل ۴ـ۱۱: در هنگام سنجش جریان ناشی از مصرف‌کننده‌های مجزا، با استفاده از وضعیت نسبی و صفرکردن جریان ناشی از مدارات حافظه، صفحه‌ی LCD صفر می‌گردد.

از وضعیت نسبی می‌توان برای صفرکردن هر جریانی که در حالت عادی و معمولی از سیستم عبور می‌کند، استفاده کرد. برای مثال، مدارات حافظه‌ی کامپیوترها، ساعت‌های دیجیتالی و تلفن‌های همراه، در حالت عادی جریان بسیار ناچیزی را از مدار مربوطه می‌کشند. در این صورت و ضمن اتصال سر سیم‌ها به مدارات مربوطه و فشار دادن دکمه‌ی وضعیت نسبی، می‌توان جریان مزبور را از میزان نمایش داده شده بر روی صفحه‌ی LCD کسر نمود. به این ترتیب به مجرد وصل‌کردن یک مصرف‌کننده جدید، عددی بر روی صفحه ظاهر می‌شود که جریان موردنیاز آن بار می‌باشد. با استفاده از این قابلیت می‌توان دقت سنجش‌های مختلف را هم افزایش داد.



شکل ۴ـ۱۲: مقاومت سرسیم‌های آزمایشی سالم معمولاً بین ۰/۲ الی ۰/۵ اُهم است. با فشاردادن دکمه‌ی وضعیت نسبی می‌توان کاری کرد که مقدار مزبور نادیده گرفته شده و اندازه‌ی مقاومت واقعی مورد سنجش نمایش داده شود.

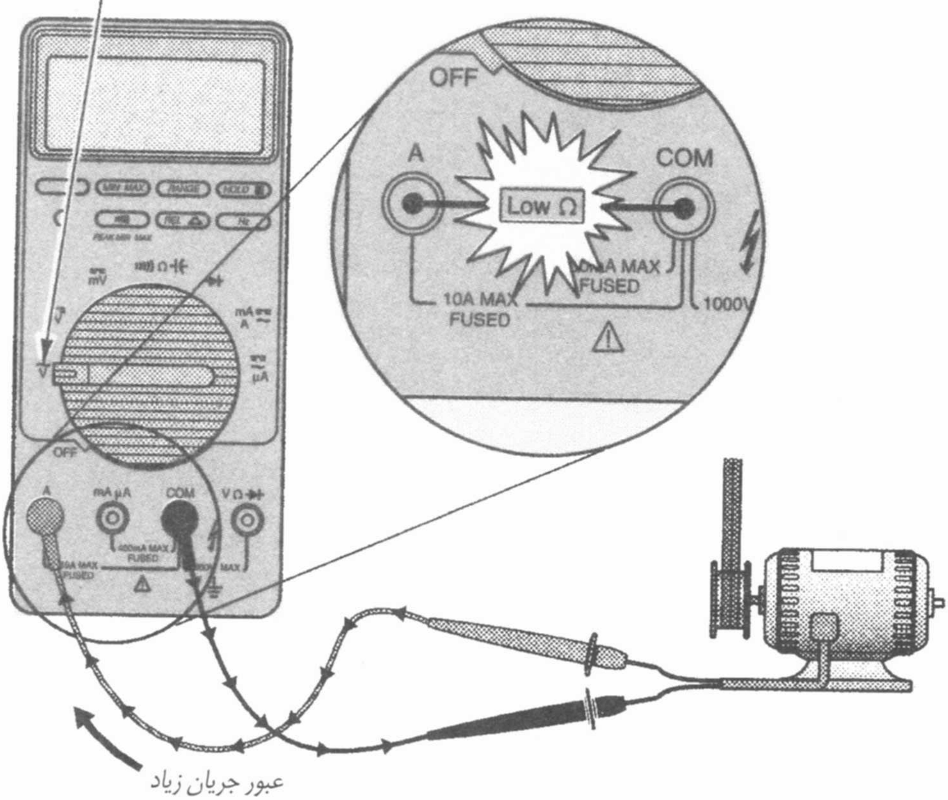
هشدار دهنده‌ی ورودی

وقتی سر سیم‌های آزمایشی دستگاه به ترمینال‌های جریان وصل‌شده ولی شاخص سلکتور در مقابل محدوده‌ای غیر از چنین سنجشی قرار بگیرد، از مالتی‌متر صدای هشدار دهنده‌ی ثابتی به گوش خواهد رسید (شکل ۴-۱۳). این اشتباه بیشتر در مواردی رخ می‌دهد که آخرین بار، تعمیرکار برای اندازه‌گیری یک جریان، سر سیم دستگاه را به ترمینال سنجش جریان متصل ساخته و پس از اتمام کار فراموش کرده آن را به جای اولش برگرداند و در نوبت بعدی، تصمیم به اندازه‌گیری یک ولتاژ قوی داشته باشد. در این حالت، ویژگی مزبور از بروز این اشتباه جلوگیری می‌نماید.

در غیر این صورت و با اتصال سرسیم‌ها به منبع ولتاژ، در محل مزبور، اتصال کوتاه مستقیمی رخ داده و از مقاومت ناچیز دستگاه، جریان شدیدی عبور خواهد کرد.

هشدار دهنده‌ی صوتی

اگر سر سیم‌های آزمایشی به ترمینال‌های سنجش جریان متصل شده ولی شاخص سلکتور در مقابل گزینه‌ی دیگری قرار بگیرد، یک صدای هشداردهنده از دستگاه به گوش می‌رسد.



شکل ۴ـ۱۳: در صورت اتصال نامناسب سرسیم‌ها به ترمینال‌های مالتی‌متر، یک هشداردهنده‌ی صوتی، کاربَر را از اشتباه مزبور، مطلع می‌نماید.

درصورتی‌که مالتی‌متری به درستی حفاظت نشده‌باشد، عبور این جریان شدید از داخل دستگاه و سرسیم‌های آن، علاوه بر خود کاربَر، به مدارات دستگاه هم آسیب خواهد رساند. این ویژگی علاوه بر کاهش مشکلات ناشی از خراب‌شدن مالتی‌متر، در به حداقل‌رسانیدن دردسرهای مربوط به تعویض فیوز یا فیوزهای مالتی‌متر در اثر بی‌دقتی کاربَر نیز کارساز است.

وضعیت تست دیود

از ایـن قابلیت مالتی‌متر برای اطلاع از وضعیت عملکرد دیودها اسـتفاده می‌کنند. همانطوری که می‌دانیـد، دیود قطعه‌ای اسـت که به جریان، فقـط در یک جهت اجازه عبور می‌دهد. در بسـیاری از مدارهای برقی و الکترونیکی، برای کنترل عبور جریان، از این قطعه سود می‌جویند. در این سنجش، مالتی‌متر، ولتاژ کوچکی را به سـر سـیم‌های آزمایشی خود اعمال می‌نماید. ولتاژ مزبور برای سنجش اُفت ولتاژ بین سرسـیم‌های دیود، به کار می‌رود. پس از مشخص‌شـدن اُفـت مزبور، تعمیرکار، آن را با مشـخصات مجاز و مناسـب دیود سالم، که از طرف سـازنده در اختیار او قرار گرفته، مقایسه کرده و تصمیم خود در سالم یا خراب بودن قطعه را، اخذ می‌نماید.

وضعیت اندازه‌گیری خازن

این ویژگی، وضعیتی اسـت که مالتی‌متر به توسـط آن قادر به سـنجش ظرفیت و یا تسـت یک خازن می‌گردد. همان‌طوری که می‌دانید، خازن قطعه‌ای است که قادر به نگهداری بارهای الکتریکی می‌باشـد. در این وضعیت، دسـتگاه، خازن را با جریان مشـخصی شـارژ کرده و بـا اندازه‌گیری ولتاژ حاصله، ظرفیت قطعه را مشخص می‌سازد. در مرحله‌ی بعد، تعمیرکار، مقادیر حاصله را با مشخصات سـازنده مقایسـه می‌نماید. یکی از موارد اسـتفاده‌ی ایـن توانایی مالتی‌متر، آزمایـش کردن وضعیت خازن‌هایی است که در موتورهای الکتریکی با استارت‌های خازنی به کار می‌روند.

وضعیت شمارش فرکانس

این توانایی، قابلیتی اسـت که به وسیله‌ی آن، مالتی‌متر، فرکانس یک سیگنال AC را می‌سنجد. در یک موج سینوسـی، فرکانس، تعداد سـیکل‌هایی است که در یک ثانیه طی شده و با CPS نمایش داده می‌شود. واحد اندازه‌گیری فرکانس هرتز می‌باشد. پس از انجام آزمایش، تعمیرکار، مقادیر قرائت شده را با مشخصات دستگاه یا سیستم مورد نظر مقایسه می‌نماید. یکی از موارد استفاده‌ی این قابلیت مالتی‌متر در اندازه‌گیری فرکانس برق داده شده به موتورهای الکتریکی است که سرعت آن‌ها با تغییر فرکانس، کنترل می‌گردند.

وضعیت چرخه‌ی کار

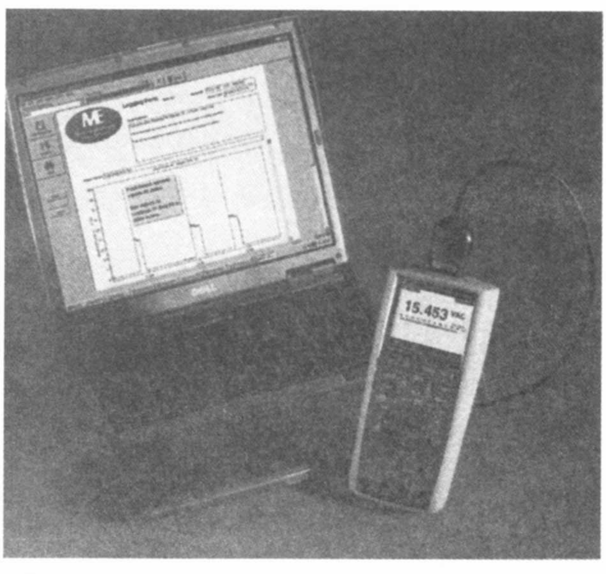
وضعیت سـنجش چرخه‌ی‌کار (ضریب عملکرد) در واقع شـیوه دیگری برای اندازه‌گیری فرکانس اسـت که در خلال آن درصد اوقاتی که در یک زمان مشـخص، مدار در حال خاموش یا روشن است، سنجیده می‌شود. در این صورت، عملکرد مدار و مصرف‌کننده‌های مختلف ارزیابی شده و با مشخصات کاری آن‌ها مقایسه می‌گردند.

از ایـن پارامتر، معمولاً برای تسـت عملکرد هر سیسـتم الکترونیکی مدوله شـده با پهنای پالس (زمان روشن یا فعال بودن) سود می‌جویند. برای مثال در سیستم تزریق سوخت الکترونیکی خودرو،

پهنای پالس، زمانی (برحسب میلی‌ثانیه) است که تزریق‌کننده‌های سوخت، برای پاشش بنزین یا گازوئیل، در وضعیت فعال یا باز هستند.

وضعیت ثبت اطلاعات یا رخدادنگاری

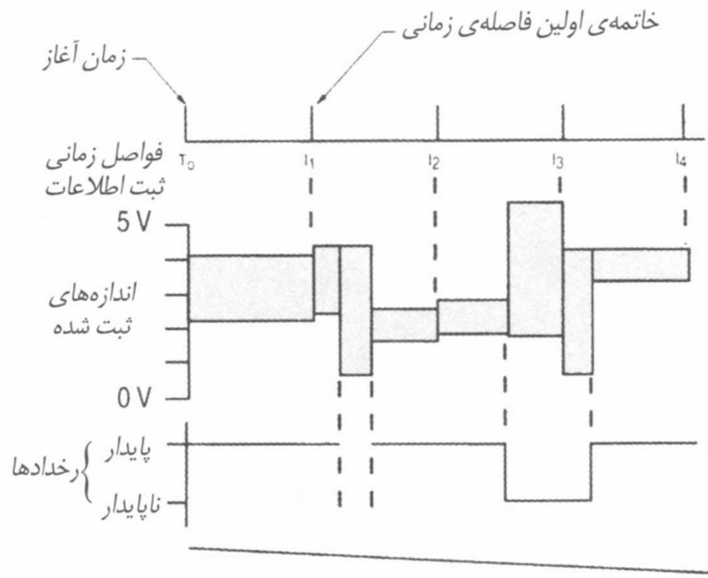
این قابلیت، توانایی است که مالتی‌متر به توسط آن می‌تواند اطلاعات مربوط به سنجش‌های انجام‌شده در خلال یک مدت مشخص را ثبت نماید. در هنگام عیب‌یابی یا بررسی سوابق عملکردی یک سیستم، مدار و یا قطعه، بررسی اطلاعات ضبط شده و مشاهده آن‌ها و حتی پرینت گرفتن از اطلاعات مزبور، می‌تواند بسیار مفید فایده واقع شود. وقتی مالتی‌متر در این وضعیت قرار داده شود، اطلاعات داده شده توسط سیگنال‌های ورودی گوناگون منجمله: ولتاژ، جریان، دما و غیره را ثبت می‌نماید. در این صورت، مالتی‌متر، پایداری یا ناپایداری هر رخداد مدار را آشکار ساخته و در فواصل زمانی مشخص، اتفاقات رخ داده در فاصله‌ی زمانی مزبور را در حافظه‌ی خود ضبط می‌نماید (برای مثال: زمان آغاز، زمان خاتمه، حداقل و حداکثر مقادیر قرائت شده و غیره). پس از این‌که اطلاعات ضروری و موردنظر در حافظه ثبت و ضبط گردیدند، آن‌ها را می‌توان مشاهده نمود. قسمت‌های محدودی از اطلاعات ذخیره شده را می‌توان مستقیماً و بر روی صفحه‌ی خود دستگاه رؤیت کرد. در بسیاری از موارد، اطلاعات یاد شده را به یک کامپیوتر شخصی انتقال داده و از نرم‌افزار مناسبی برای نمایش و تحلیل اندازه‌ها و سنجش‌های انجام شده استفاده می‌کنند. برای این‌کار و دانلودکردن اطلاعات به کامپیوتر، معمولاً از یک آداپتور مادون قرمز استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۴).



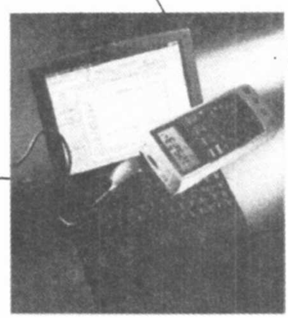
شکل ۴ـ۱۴: وضعیت رخدادنگاری مالتی‌متر این امکان را فراهم می‌سازد که اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های مختلف را به یک کامپیوتر دانلود کرده و برای نمایش و تجزیه و تحلیل آن‌ها، از صفحه‌ی رایانه، سود جست.

به این ترتیب می‌توان اطلاعات ضبط شده در حافظه‌ی کامپیوتر را به صورت جدول یا نمودار بر روی صفحه‌ی آن مشاهده نمود. پس از بازبینی این اطلاعات می‌توان قسمت‌های مطلوب را برای آینده حفظ کرده و در صورت لزوم از قسمت‌های ضروری یک پرینت تهیه نمود (شکل ۴-۱۵).

نرم افزار تجزیه و تحلیل اطلاعات ضبط شده



نمایش اطلاعات



آداپتور مادون قرمز

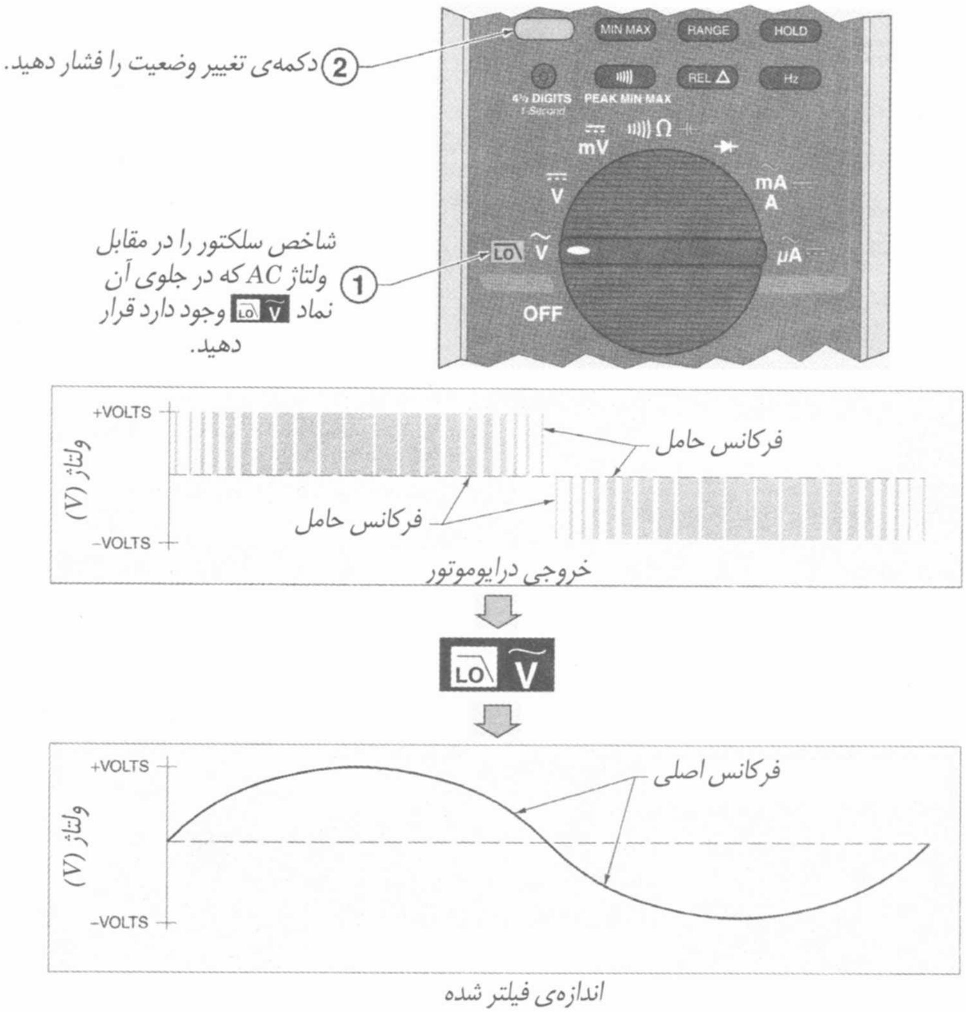
شکل ۴ـ۱۵: اطلاعات رخدادهای ثبت شده را می‌توان برای تجزیه و تحلیل، به یک کامپیوتر شخصی دانلود کرد.

وضعیت فیلتر پایین گذر AC

در برخی از مدارهای AC، ممکن است به مواردی برخورد کنیم که در مدار، بیش از یک فرکانس وجود داشته باشد. برای مثال، قسمت درایو یک موتور AC با فرکانس متغیر، ولتاژ خروجی را برای موتور مهیا می‌سازد که شامل یک فرکانس حامل و یک فرکانس اصلی معادل می‌باشد که ناشی از وجود فرکانس حامل است. فرکانس حامل، فرکانسی است که به وسیله‌ی مدار الکترونیکی داخلی درایو تولید می‌گردد تا فرکانس شبیه‌سازی شده‌ی مناسبی را برای موتور تأمین نماید. برای تغییر سرعت موتور، اندازه‌ی این فرکانس تغییر داده می‌شود. وضعیت فیلتر پایین گذر ACی مالتی‌متر،

برای سنجش دقیق موج‌های سینوسی مرکب حاصله، ولتاژهای مزبور را فیلتر می‌نماید. (شکل ۴-۱۶).

وضعیت فیلتر پایین گذر AC



شکل ۴ـ۱۶: برای سنجش دقیق ولتاژ ACی درایو یک موتور ACی با فرکانس متغیر، می‌توان از وضعیت فیلتر پایین گذر مالتی‌متر سود جست.

به‌علاوه، این توانایی مالتی‌متر را می‌توان برای سنجش ولتاژ در هر مدار AC که فرکانس آن بیش از فرکانس برق اصلی (مثلاً ۵۰ هرتز) است نیز به کار برد. در این صورت با فیلترکردن ولتاژهای ناخواسته‌ی فراتر از یک فرکانس خاص، می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت.

احتیـاط: *برای اطلاع از وجود ولتاژهـای خطرناک، از این وضعیت مالتی‌متر اسـتفاده نکنید چون خطر برق‌گرفتگی دور از انتظار نخواهد بود. یادتان باشـد که در این‌گونه موارد ممکن اسـت ولتاژ واقعی فراتر از چیزی باشـد که دسـتگاه نشان می‌دهد. روش بهتر آن است که در شروع کار، ولتاژ محل موردنظر را با قسمت عادی سنجش ولتاژهای AC، اندازه بگیرید و در صورت نیاز، در مرحله‌ی بعدی، از وضعیت فیلتر پایین گذر، استفاده نمایید.*

وضعیت سنجش دما

این هم یکی دیگر از توانایی‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی اسـت که به توسط سرسیم‌های ویژه یا ملحقات خاصی صورت گرفته و دما را برحسب درجه‌ی فارنهایت یا سانتیگراد نشان می‌دهد.

خروجی ارسال شده از طرف این سرسیم‌های ویژه به مالتی‌متر، مقادیر ولتاژی ضعیفی (برحسب میلی‌ولـت) بـوده و بـه ازای هر درجه (سـانتیگراد یا فارنهایـت) از دمای محیـط، در روی صفحه‌ی دسـتگاه، یک میلی‌ولت نمایش داده می‌شود. در هنگام اسـتفاده از این قابلیت مالتی‌متر، سلکتور در مقابل محدوده‌ی mV قرار گرفته و هر میلی‌ولت نشـان داده شـده، معرف یک درجه از میزان دمای موجود می‌باشـد. برای مثال اگر مالتی‌متر مورد نظر، ویژه‌ی سنجش درجه‌ی فارنهایت باشد، نمایش عـدد ۸۶ میلی‌ولـت بر روی صفحه، حاکی از وجود دمای ۸۶ درجـه‌ی فارنهایت خواهد بود. در مالتی مترهای جدیدتر، برای سـادگی کار و حذف ضمایم، با قراردادن شـاخص سلکتور بر روی محدوده‌ی سنجش دما، دمای محیط به صورت خودکار و بدون نیاز به هیچ وسیله‌ی اضافی، مستقیماً نشان داده می‌شود.

فصل پنجم

سنجش ولتاژهای AC

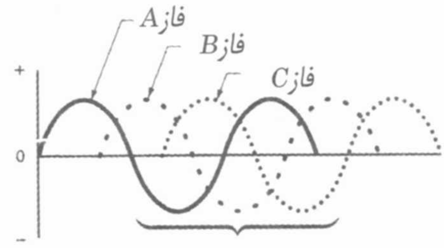
ولتاژ AC

معمول‌ترین ولتاژی که در اکثر موارد با آن سروکار داریم، ولتاژ متناوب یا AC است. این ولتاژ به توسط یک ژنراتور یا مولد تولید می‌گردد. ژنراتور یک وسیله الکتریکی است که با چرخش یک سیم پیچ بزرگ در یک میدان مغناطیسی قوی، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی مبدل می‌سازد.

از آن‌جایی که اندازه‌ی ولتاژ ایجاد شده به توسط یک ژنراتور AC، پیوسته در حال تغییر بوده و از یک تابع سینوسی پیروی می‌کند، انتظار داریم که شکل موج حاصله نیز به صورت سینوسی باشد. یک موج سینوسی AC، در خلال چرخه‌ی ۳۶۰ درجه‌ای خود، از یک وضعیت متقارن برخوردار است. این موج ACی سینوسی، در ۹۰ درجه، به پیک مثبت خود رسیده، در ۱۸۰ درجه به صفر باز می‌گردد، در ۲۷۰ درجه به پیک منفی خود دست می‌یابد و نهایتاً در ۳۶۰ درجه، به نقطه‌ی شروع یا صفر می‌رسد. یک چرخه یا سیکل، یک موج کامل از یک ولتاژ یا جریان متناوب می‌باشد. هر چرخه، ۳۶۰ درجه را پوشش می‌دهد. به نیمی از یک چرخه‌ی کامل، تناوب گفته می‌شود. به طوری که در شکل ۵-۱ هم ملاحظه می‌کنید، یک موج سینوسی AC، در هر سیکل خود، از یک تناوب مثبت و یک تناوب منفی سود می‌جوید. ولتاژهای تکفاز AC که اکثراً با آن‌ها سروکار داریم، از ۶ ولت (و کمی بیشتر مثلاً درحد ۲۴ ولت) در زنگ درها و سیستم‌های حفاظتی شروع شده و در روشنایی‌ها و مصارف خانگی و تلویزیون و لوازم صوتی و غیره به ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت می‌رسد.

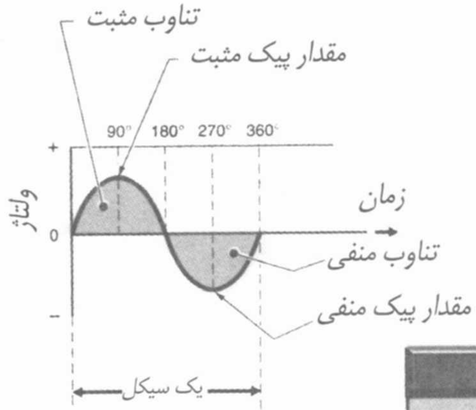
ولتاژهای سه فازی که معمولاً در موتورهای صنعتی قوی و سنگین، موتورخانه‌ها، آسانسورها و غیره به کار می‌روند، از ترازی در حدود ۳۸۰ ولت برخوردارند. ولتاژ AC تکفاز، ولتاژی است که با استفاده از یک شکل موج واحد می‌توان کلیه‌ی خصوصیات آن را نشان داد.

ولتاژ AC



شکل موج‌ها در ولتاژ سه‌فاز AC

ولتاژ سه فاز



ولتاژ تکفاز

ولتاژهای متناوب استاندارد	
کاربرد	**اندازه**
زنگ در - سیستم‌های حفاظتی	۶ الی ۲۴ ولت
اکثر لوازم خانگی، روشنایی و غیره	۲۲۰ الی ۲۳۰ ولت
موتورهای صنعتی، آسانسور و غیره	۳۸۰ ولت

شکل ۵-۱: ژنراتور با تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی، یک موج سینوسی AC،تولید می‌کند.

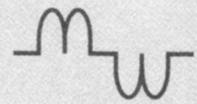
این درحالی‌است که برای مشاهده‌ی وضعیت‌های مختلف یک ولتاژ ACی سه فاز، باید از سه شکل موج مجزا، که هرکدام با بعدی، ۱۲۰ درجه (یک سوم یک سیکل کامل) فاصله دارند، سود جست. برای تولید برق سه‌فاز AC باید از ژنراتوری استفاده کرد که سه سیم پیچ آن، به طور همزمان، در بدنه‌ی داخلی دستگاه، گردانده می‌شوند.

سنجش ولتاژ AC

ولتاژ AC را می‌توان با مالتی‌مترهای مختلف و به صورت rms یا میانگین سنجید. همه‌ی مالتی‌مترها این توانایی را دارند که شکل موج‌های سینوسی خالص و کامل را به صورت دقیق اندازه‌گیری نمایند. یک شکل موج سینوسی کامل و بی‌نقص، شکل موجی است که از تمام خصوصیات یک موج سینوسی خالص تبعیت نماید. و برعکس، یک شکل موج غیر سینوسی، موجی است که در مقایسه‌ی آن با یک موج سینوسی خالص، بتوان به قسمت ناقص یا اعوجاج یافته‌ی آن پی برد. در بسیاری از موارد مثل درایو موتورهای با سرعت متغیر، دیمر لامپ‌ها، کامپیوترها و دیگر وسایل حالت جامد، به شکل موج‌های غیر سینوسی بر می‌خوریم (شکل ۵-۲).

در اندازه‌گیری ولتاژهایی که منحنی شکل موج‌شان به صورت غیر سینوسی است، برای حصول دقت بیشتر، حتماً باید از مالتی‌متری که توانایی سنجش مقادیر rms واقعی را دارد، استفاده نمود.

سنجش ولتاژ AC

شکل موج				
نوع شکل موج	سینوسی	غیر سینوسی		
نمونه‌ی شکل موج	 سینوسی	 مربعی	 موج سینوسی اعوجاج یافته‌ی تکفاز	 موج سینوسی اعوجاج یافته‌ی سه فاز
دقت سنجش				
مالتی‌متر ویژه‌ی سنجش مقادیر میانگین	صحیح	۱۰٪ بیشتر از مقدار واقعی	۴۰٪ کمتر از مقدار واقعی	۵ تا ۳۰٪ کمتر از مقدار واقعی
مالتی‌متر ویژه‌ی سنجش rms واقعی	صحیح	صحیح	صحیح	صحیح

شکل ۵ـ۲: در موقع اندازه‌گیری ولتاژهای غیر سینوسی، برای حصول دقت بیشتر باید از مالتی‌متری که قادر به سنجش مقادیر rms واقعی است استفاده نمود.

ولتاژهای AC به صورت: پیک، پیک تا پیک، میانگین و یا rms بیان شده و سنجیده می‌شوند و در موقع لزوم می‌توان با استفاده از جدول زیر آن‌ها را به یکدیگر تبدیل نمود:

تبدیل ولتاژهای AC مختلف به هم

برای تبدیل	به	در ..... ضرب کنید
rms	میانگین	۰/۹
rms	پیک	۱/۴۱۴
میانگین	rms	۱/۱۱۱
میانگین	پیک	۱/۵۶۷
پیک	rms	۰/۷۰۷
پیک	میانگین	۰/۶۳۷
پیک	پیک تا پیک	۲

ولتاژ پیک

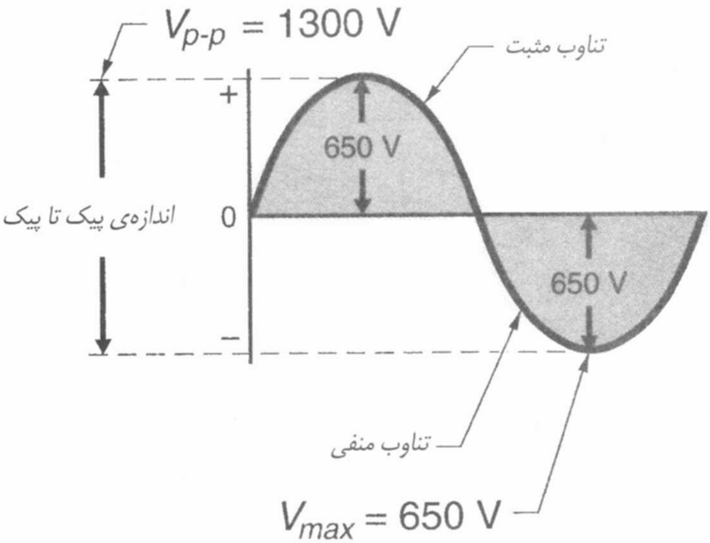
ولتاژ پیک یک موج سینوسی که با V_{max} هم نشان داده می‌شود، بیشترین مقدار منحنی شکل موج در تناوب‌های مثبت یا منفی می‌باشد. البته توجه داشته باشید که اندازه‌ی این مقادیر در تناوب‌های

مثبت و منفی با هم یکی بوده و برابر می‌باشند.

ولتاژ پیک تا پیک

این ولتاژ که با Vp-p نمایش داده می‌شود، اندازه‌ی سنجیده شده بین بالاترین نقطه‌ی منحنی در تناوب مثبت و پایین‌ترین نقطه‌ی آن در تناوب منفی می‌باشد (شکل ۵-۳).
مالتی‌مترهای پیشرفته می‌توانند در زمان‌های بسیار کوتاهی، درحد هزارم ثانیه، ولتاژ پیک را ضبط و نگهداری نمایند. در این صورت و با استفاده از این توانایی مالتی‌متر می‌توان به اشکالات ایجاد شده‌ی ناشی از ضربات پالسی و اضافه جهش‌های منابع تغذیه، واقف گردید.

مقادیر پیک تا پیک موج سینوسی

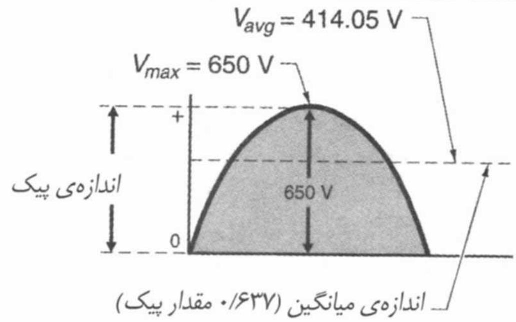


شکل ۵-۳: مالتی‌مترهای پیشرفته برای آشکارسازی ضربات پالسی و اضافه جهش‌های منبع تغذیه می‌توانند ولتاژهای پیک را به صورت بسیار سریعی ضبط و نگهداری نمایند.

ولتاژ میانگین

این ولتاژ که با V_{avg} نشان داده می‌شود، میانگین دقیق ولتاژهای لحظه‌ای یک موج سینوسی است. اندازه‌ی ولتاژ میانگین معادل ۰/۶۳۷ مقدار پیک یک موج سینوسی استاندارد می‌باشد (شکل ۵-۴). اندازه‌گیری موج‌های غیر سینوسی با مالتی‌مترهایی که برای سنجش مقادیر میانگین در نظر گرفته شده‌اند، به ایجاد خطا منجر می‌گردد. در این صورت مقادیرقرائت شده معمولاً کمتر از اندازه‌های واقعی می‌باشند.

مقادیر میانگین موج سینوسی

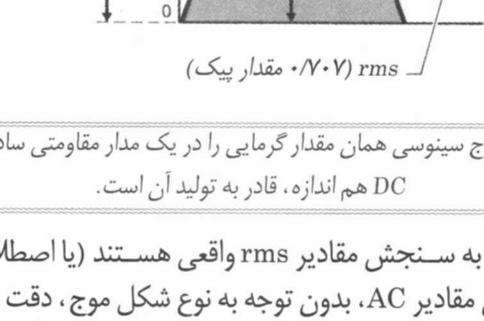


شکل ۵-۴: ولتاژ میانگین معادل میانگین دقیق ولتاژهای لحظه‌ای یک موج سینوسی است.

ولتاژ rms یا مؤثر

که ولتاژ «ریشه‌ی میانگین مربعی» هم نامیده شده و با V_{rms} نشان داده می‌شود، ولتاژی است که در صورتی که از یک مدار مقاومتی ساده عبور کند، همان مقدار گرمایی را ایجاد می‌کند که ولتاژ DCی هم اندازه‌اش قادر به تولید آن است. در یک موج سینوسی، اندازه‌ی ولتاژ rms معادل ۰/۷۰۷ مقدار پیک می‌باشد (شکل ۵-۵).

مقادیر rms در یک موج سینوسی



شکل ۵-۵: ولتاژ rms یک موج سینوسی همان مقدار گرمایی را در یک مدار مقاومتی ساده ایجاد می‌کند که یک ولتاژ DC هم اندازه، قادر به تولید آن است.

مالتی‌مترهایی که قادر به سنجش مقادیر rms واقعی هستند (یا اصطلاحاً مالتی‌مترهای واقعی سنج)، در موقع سنجش مقادیر AC، بدون توجه به نوع شکل موج، دقت مناسبی را از خود نمایش می‌دهند و به این لحاظ در هنگام اندازه‌گیری شکل موج‌های غیر سینوسی، حتماً باید از آن‌ها استفاده نمود.

ضریب اوج

این پارامتر در واقع نسبت ولتاژ پیک به ولتاژ مؤثر است. ضریب اوج یک موج سینوسی خالص ۱/۴۱ می‌باشد. هرچه میزان ضریب اوج یک مدار بالاتر باشد، شکل موج حاصله بیشتر مخدوش شده و دچار اعوجاج می‌گردد (شکل ۵-۶).

ضریب اوج



1.41

(شکل موج سینوسی خالص و فاقد اعوجاج)



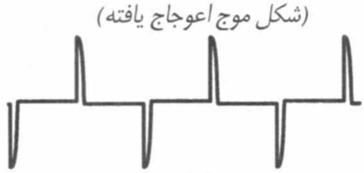
1.43

(شکل موج اعوجاج یافته)



2.39

(شکل موج اعوجاج یافته)



4.68

(شکل موج اعوجاج یافته)

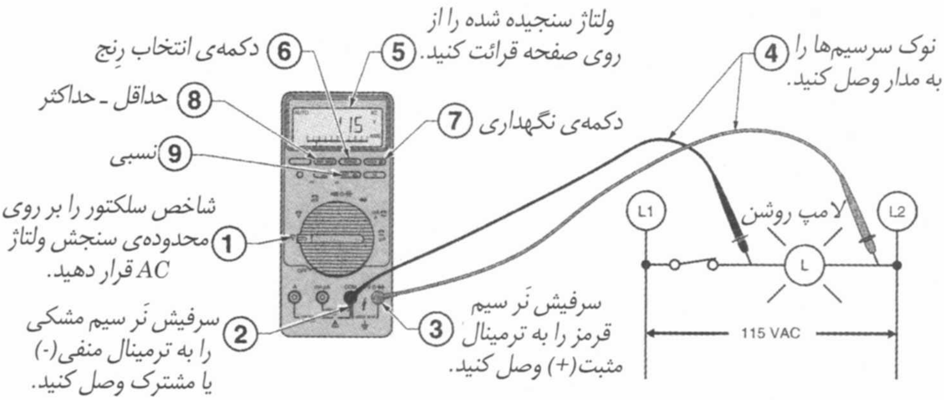
شکل ۵ـ۶: هرچه میزان ضریب اوج از ۱/۴۱ فراتر رود، اعوجاج موج سینوسی نیز بیشتر می‌شود.

طبیعتاً هرچه میزان اعوجاج بیشتر باشد، سنجش مقدار rms آن نیز دشوارتر می‌گردد. فقط مالتی‌مترهایی که قابلیت سنجش rmsهای واقعی را دارند دارای «حدود مجاز ضریب اوج» می‌باشند. هرچه مقدار مجاز ضریب اوج مالتی‌متر بالاتر باشد، بازه و تنوع شکل موج‌هایی که دستگاه قادر به سنجش دقیق آن‌ها است، وسیع‌تر می‌گردد. کمترین حدود مجاز ضریب اوج مالتی‌مترهای دیجیتالی، ۳ می‌باشد.

مراحل اندازه‌گیری ولتاژ AC

نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ AC در مالتی‌مترهای مختلف ممکن است با یکدیگر کمی متفاوت باشد (شکل ۵-۷). برخی مالتی‌مترهای پیشرفته ممکن است توانایی اندازه‌گیری مقادیر خاصی را نیز داشته باشند.

سنجش ولتاژ AC



شکل ۵ـ۷: چون ولتاژهای AC قطبیت خاصی ندارند، رنگ سر سیم‌ها اختیاری است.

همیشه و در موقع اندازه‌گیری ولتاژهای AC فراتر از ۲۴ ولت احتیاط کنید.

***احتیاط:** در موقع سنجش ولتاژهای AC توجه کنید که هیچ قسمتی از بدن نباید با مدار تحت آزمایش یا نوک سرسیم‌های مالتی‌متر، تماس پیدا کند.*

برای اندازه‌گیری یک ولتاژ AC با مالتی‌متر به طریق زیر عمل کنید:

۱- شاخص سلکتور را بر روی ولتاژ AC قرار دهید. اگر ولتاژ مورد سنجش ناشناخته است، از بالاترین رِنج ممکن استفاده کنید. نکته‌ی قابل ذکر این که، اکثر مالتی‌مترها به قابلیت گزینش رِنج خودکار مجهزند و متناسب با ولتاژ موجود، رِنج مناسب را انتخاب می‌کنند.

۲- سرفیش نَر سیم مشکی دستگاه را در ترمینال منفی یا مشترک مالتی‌متر قرار دهید.

۳- سرفیش نَر سیم قرمز دستگاه را در ترمینال مثبت یا ترمینال سنجش ولتاژ قرار دهید.

۴- در هنگام اتصال سر سیم‌ها به نقاط مورد آزمایش، اول سر سیم مشکی و بعداً سر سیم قرمز را اتصال دهید.

۵- ولتاژ مورد نظر را از روی صفحه‌ی LCDی مالتی‌متر قرائت کنید. پس از خاتمه‌ی کار، ابتدا سر سیم قرمز و سپس سر سیم مشکی را از نقاط موردنظر جدا سازید.

امکانات پیشرفته‌ی مالتی‌مترها

علاوه بر موارد ذکر شده‌ی بالا، برخی از مالتی‌مترها، توانایی‌های خاصی دارند که در صورت موجود بودن، می‌توان از آن‌ها سود جست:

۶- برای انتخاب یک رِنج ثابت خاص، دکمه‌ی انتخاب رِنج را فشار دهید.

۷- برای ضبط یک سنجش پایدار، دکمه‌ی «نگهداری» را فشار دهید. بعداً و در هنگام ضرورت، می‌توان کمیت سنجیده شده را ملاحظه کرد.

۸- برای ضبط کمترین و بیشترین مقادیر سنجیده شده، دکمه‌ی «حداقل ـ حداکثر» را فشار دهید. هر بار که مالتی‌متر مقدار جدیدی را ضبط کند، با انتشار یک بوق کوتاه، آن را اعلام می‌نماید.

۹- با فشار دادن دکمه‌ی «نسبی»، مالتی‌متر را بر روی یک مقدار مبنای خاص تنظیم نمایید. در این صورت مقادیر نشان داده شده در روی صفحه، ما به تفاوت مقدار واقعی و مقدار مبنا خواهند بود.

تجزیه و تحلیل ولتاژ ACی قرائت شده

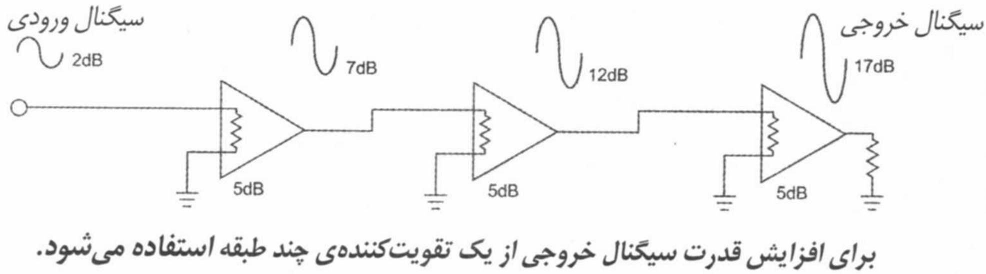
به طور کلی و به دلیل مشترکین بی‌شمار و زیاد بودن فاصله‌ی نیروگاه‌های مولد برق AC تا مکان‌های مصرف، ولتاژهای AC همیشه با نوسانات و تغییراتی روبه‌رو هستند. در این صورت مشخص‌کردن یک ولتاژ خاص بی‌معنی بوده و به‌جای آن بهتر است یک محدوده‌ی مجاز را تعریف نمود. محدوده مجازی که برای ولتاژهای AC قابل قبول می‌باشد حدوداً ۱۰٪ کمتر یا ۵٪ بیشتر از ولتاژ اسمی موردنظر می‌باشد. برای مثال و با درنظر گرفتن برق ۲۲۰ ولت ACی ایران، حدود پایینی و بالایی مجاز به ترتیب ۱۹۸ و ۲۳۱ ولت می‌باشد. برای مشاهده‌ی محدوده‌های قابل قبول، به جدولی که در قسمت ضمائم کتاب تحت عنوان «بازه‌های ولتاژ برق شهر» آورده شده، مراجعه نمایید.

سنجش دسی‌بل (dB)

دسی‌بل در واقع معیاری برای سنجش توان یا بزرگی یک سیگنال الکترونیکی نسبت به سیگنال دیگر می‌باشد. هرچه میزان دسی‌بل بالاتر باشد، قدرت سیگنال موردنظر بیشتر است (بهره‌ی توان). به توسط یک مالتی‌متر مجهز به سنجش دسی‌بل می‌توان تغییرات (افزایشی یا کاهشی) داده شده در خروجی یک تقویت‌کننده، سیگنال ژنراتور (مولد سیگنال) یا سایر دستگاه‌های مشابه را ارزیابی نمود (شکل ۵-۸).

برای سنجش دسی‌بل، ابتدا و با وصل‌کردن سر سیم‌ها به نقاط ورودی و استفاده از دکمه‌ی «نسبی» می‌توان یک مقدار مبنای صفر دسی‌بل را ایجاد نمود. دسی‌بل‌های مثبت بالاتر از میزان مبنای در نظر گرفته شده، به منزله بهره و دسی‌بل‌های منفی یعنی پایین‌تر از مبنای مزبور، نشانه تلفات یا تضعیف خواهند بود.

سنجش دسی‌بل



شکل ۵ـ۸: سنجش دسی‌بل، تغییر کاهشی یا افزایشی داده شده در یک سیگنال را اندازه‌گیری می‌کند.

فصل ششم

سنجش ولتاژهای DC

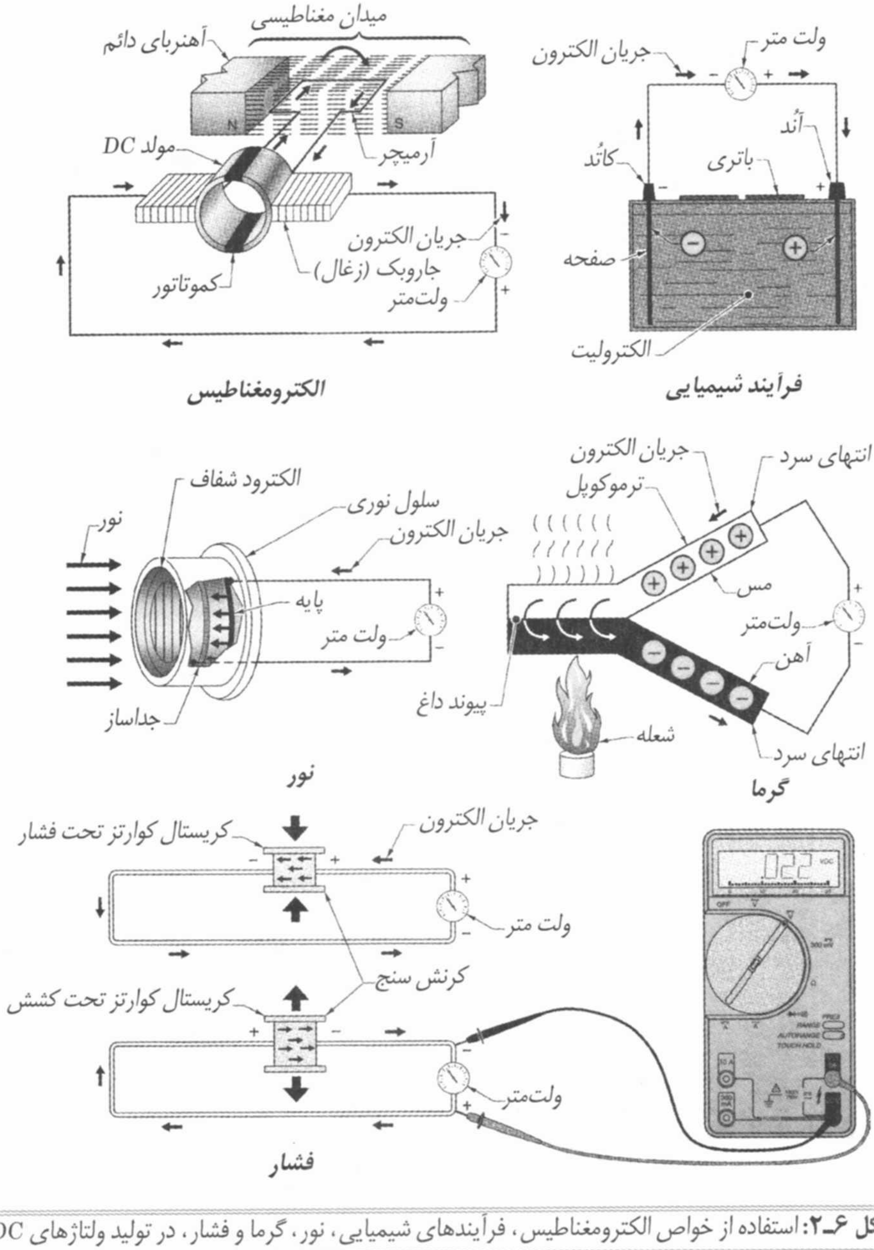
ولتاژ DC

ولتاژ DC ولتاژی است که فقط در یک جهت جریان پیدا می‌کند. از این ولتاژ بیشتر در دستگاه‌هایی که پُرتابل و قابل جابه‌جایی هستند، مثل دوربین، خودرو، چراغ قوه و وسایل مشابه استفاده می‌شود. نحوه‌ی عملکرد ولتاژهای DC در تغذیه‌ی موتورها، لامپ‌ها، هیترها و سایر وسایل الکتریکی، مشابه ولتاژهای AC می‌باشد. اولین تفاوت این دو ولتاژ در سر چشمه و منبع مولد آن‌ها است. همانطوری که جلوتر هم اشاره شد، منبع ولتاژهای متناوب، ژنراتورهای AC هستند درحالی که برای تولید ولتاژهای DC، از الکترومغناطیس، فعل و انفعالات شیمیایی، نور، گرما و فشار استفاده می‌کنند (شکل ۶-۲). علاوه بر این روش‌های مستقیم در تولید ولتاژهای DC، آن‌ها را با یکسوسازی ولتاژهای AC نیز تأمین می‌نمایند. یک یکسو کننده وسیله‌ای است که با اجازه‌ی عبور ولتاژ یا جریان در یک جهت، ولتاژ یا جریان متناوب را به مستقیم مبدل می‌سازد.



شکل ۶ـ۱: هنگام عیب‌یابی PLCها، برای سنجش ولتاژهای DC، از مالتی‌مترها استفاده می‌کنند.

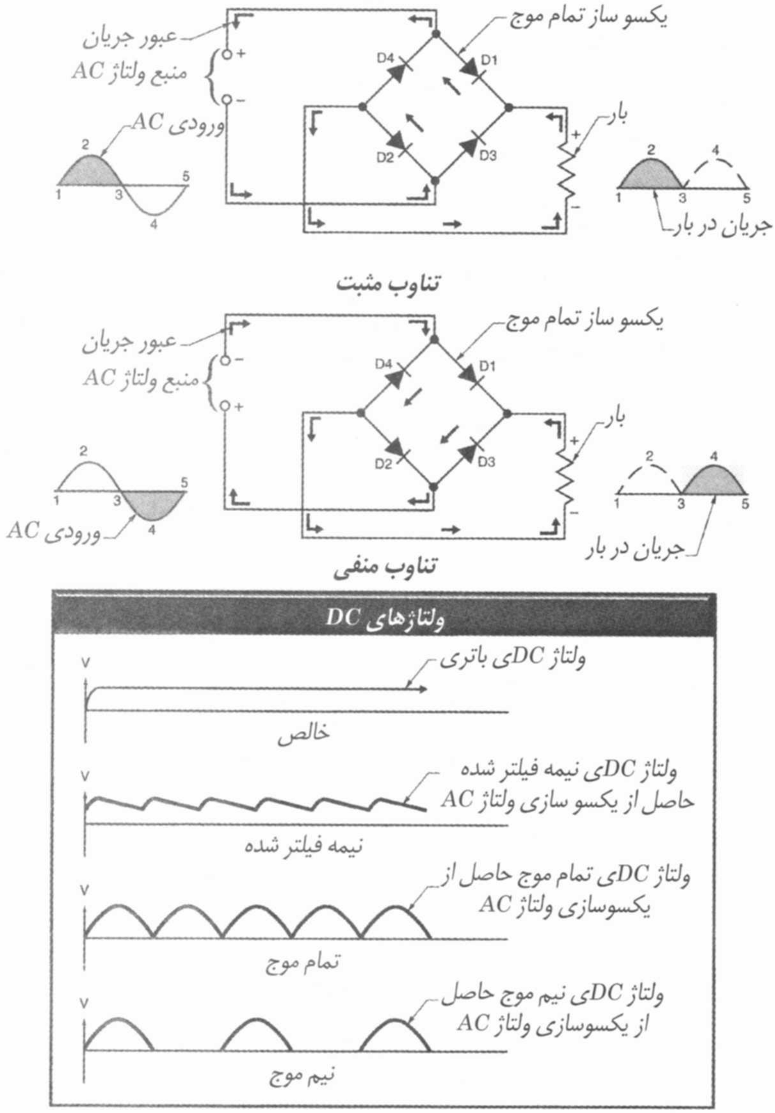
منابع ولتاژهای DC



شکل ۶ـ۲: استفاده از خواص الکترومغناطیس، فرآیندهای شیمیایی، نور، گرما و فشار، در تولید ولتاژهای DC.

به‌طوری که در شکل ۶-۳ ملاحظه می‌کنید، ولتاژهای DCی یکسو شده از یک ولتاژ AC، ممکن است به‌صورت نیم موج یا تمام موج باشند. تراز ولتاژهای DC مورد استفاده معمولاً به‌صورت ۱/۵، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۷۲، ۹۰، ۱۲۵، ۱۸۰ و ۲۵۰ ولت می‌باشند.

ولتاژ AC ی یکسو شده

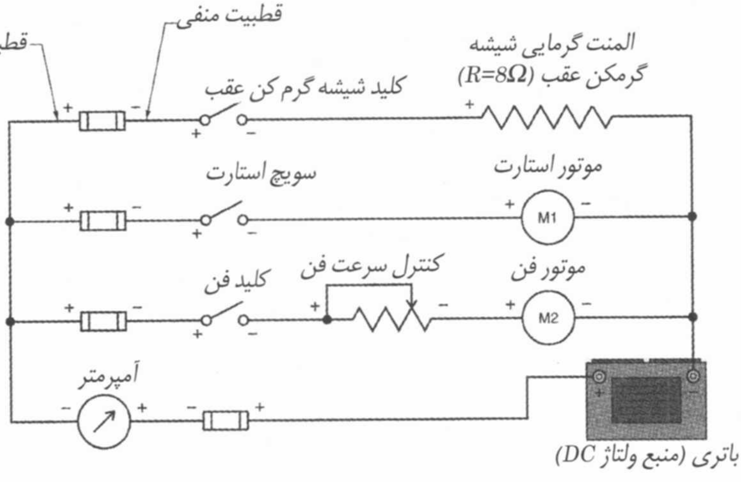


شکل ۶ـ۳: ولتاژ DC حاصل از یکسوسازی یک ولتاژ AC فقط در یک جهت جاری می‌شود.

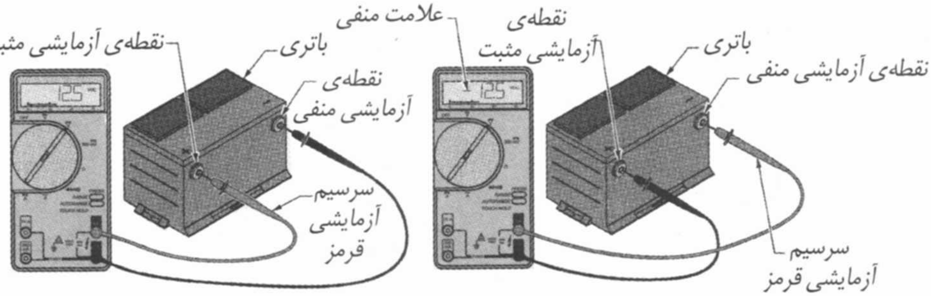
در ایـن میـان، ولتاژهای بین ۱/۵ الی ۷۲ ولت معمول‌تر بوده و در قسـمت‌های برقی خودروهای سواری و سنگین، موتورهای دریایی، لیفت تراک‌ها، صنایع هوافضا و غیره به کار می‌روند. موتورهای DC را معمـولاً با ولتاژهـای ۶، ۱۲، ۹۰، ۱۲۰ یا ۱۸۰ ولت تولید می‌کننـد. ولتاژهای DCی بالاتر از ۱۸۰ ولت، ویژه‌ی کاربردهای خاصی از قبیل سیستم‌های ریلی کوچک (۶۰۰ ولت) و بزرگ (۱۲۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ ولت) می‌باشند.

از آنجایی که همه‌ی منابع مولد ولتاژهای DC، ترمینال‌های مثبت و منفی دارند، استفاده از آن‌ها در مدارات، باعث ایجاد قطبیت می‌گردد. قطبیت ویژگی است که ماهیت مثبت یا منفی یک شیء یا جسم را از هم متمایز می‌سازد. تمام نقاط موجود در یک مدار DC، قطبیت دارند. در صورتی‌که سر سیم‌های آزمایشی یک مالتی‌متر دیجیتالی به‌طور مناسبی به نقاط مورد آزمایش وصل شوند، یعنی سرسیم قرمز به قطب مثبت و سرسیم مشکی به قطب منفی، ولتاژ DCی موردنظر بر روی صفحه‌ی LCDی مالتی‌متر ظاهر می‌گردد و درصورتی که قطبیت رعایت نشود و سرسیم‌ها برخلاف ترتیب ذکر شده، به نقاط موردنظر اتصال یابند، یک علامت منفی در سمت چپ عدد نمایش داده شده، ظاهر می‌گردد (شکل ۶-۴).

قطبیت در مدارهای DC



قطبیت قسمت‌های مختلف مدار



رعایت قطبیت **عدم رعایت قطبیت**

شکل ۶ـ۴: تمام قسمت‌های مدارات DC قطبیت دارند. اگر در موقع سنجش این مدارها، قطبیت صحیح رعایت نشود، در جلوی عدد نمایش داده شده بر روی صفحه، یک علامت منفی ظاهر می‌شود.

مراحل اندازه‌گیری ولتاژ DC

در این اندازه‌گیری‌ها و برای سنجش‌های فراتر از ۶۰ ولت، نهایت دقت را معمول فرمایید.

> **احتیاط:** *در موقع اندازه‌گیری و کار بر روی باتری‌های ۱۲ ولت اتومبیل (و انواع قوی‌تر)، دقت کنید که از تماس قطعات فلزی متفرقه مثل آچارهای فلزی، بین قطب‌های باتری و ایجاد اتصال کوتاه و تولید جرقه، خودداری به عمل آید. با توجه به قدرت بسیار زیادی که باتری‌های اتومبیل دارند، درصورتی‌که یک شیء فلزی قوی بین قطب‌های آن‌ها قرار گرفته و اتصال کوتاه ایجاد کند، جریان بسیار شدیدی از مدار عبور کرده و احتمال انفجار باتری دور از انتظار نخواهد بود.*

مراحل انجام سنجش ولتاژهای DC به شرح زیر است (شکل ۶-۵):

۱- شاخص سلکتور را بر روی محدوده‌ی سنجش ولتاژهای DC قرار دهید. درصورتی‌که این محدوده از چند رِنج مختلف تشکیل شده، در وهله‌ی اول، شاخص را بر روی رِنج‌های بالاتر قرار دهید. برای مثال برخی دستگاه‌ها دارای دو رِنج V.DC (ولت DC) و mV.DC (میلی‌ولت DC) هستند. در این صورت، در شروع، از رِنج V.DC بهره بگیرید.

۲- سرفیش نَر سیم مشکی را به ترمینال منفی یا مشترک دستگاه متصل سازید.

۳- سرفیش نَرسیم قرمز را به ترمینال مثبت یا ولتاژ اتصال دهید.

۴- نوک سرسیم مشکی را به نقطه‌ی آزمایشی با قطبیت منفی (بدنه، شاسی یا زمین مدار) و نوک سرسیم قرمز را به نقطه‌ی آزمایشی با قطبیت مثبت متصل سازید. با همه‌ی این تفاصیل اگر با اتصال آن‌ها به نقاط یا سرسیم‌های قطعه‌ی موردنظر، در سمت چپ عدد نمایش داده شده، یک علامت منفی ظاهر شد، جای سرسیم‌ها را با هم عوض کنید.

۵- ولتاژ موردنظر را از روی صفحه‌ی LCDی مالتی‌متر، قرائت کنید.

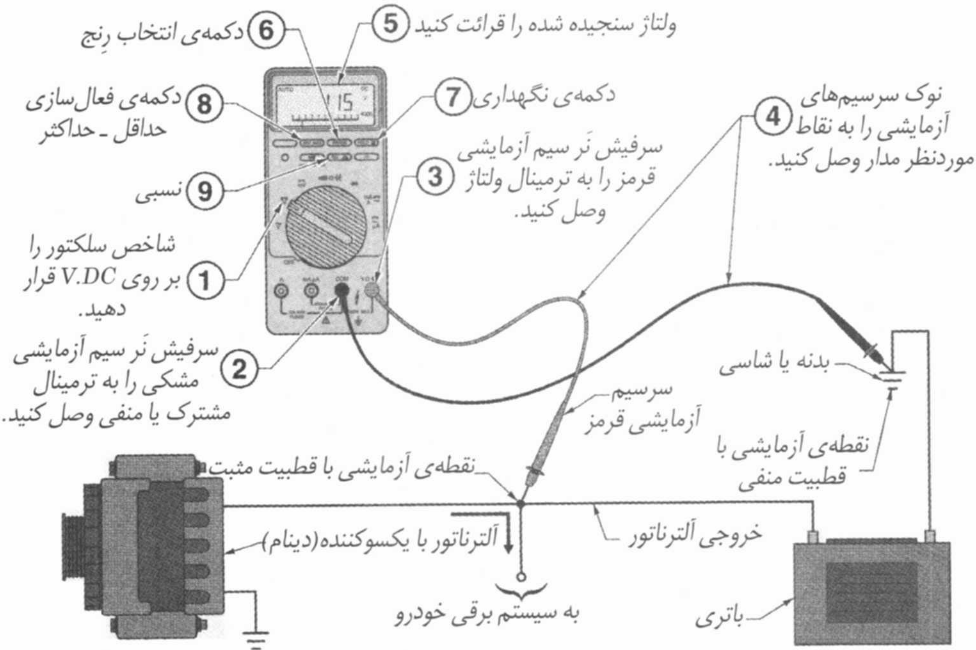
در موقع انجام سنجش‌های DC توجه داشته باشید که اگر دو باتری به صورت موازی به هم وصل شده باشند، جریان جاری در مدار افزایش می‌یابد و اگر باتری‌ها به شکل سری به یکدیگر مربوط گردیده باشند، ولتاژ، زیاد خواهد شد.

برخی از قابلیت‌های مالتی‌مترهای پیشرفته

با داشتن مالتی‌مترهای مجهزتر، علاوه‌بر مراحل پنج‌گانه‌ی بالا، از قابلیت‌های زیر هم می‌توان استفاده نمود:

۶- با فشار دادن دکمه‌ی انتخاب رِنج، یک محدوده‌ی ثابت اندازه‌گیری را انتخاب کنید. اگر احساس کردید که ولتاژ نقاط موردنظر ناچیز بوده و انتخاب V.DC برای آن زیادی است، برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری، از رِنج mV.DC استفاده کنید.

سنجش ولتاژ DC



شکل ۶ـ۵: در اندازه‌گیری ولتاژهای DC با یک مالتی‌متر، سرسیم آزمایشی قرمز باید به نقطه‌ی با قطبیت مثبت و سر سیم آزمایشی مشکی به نقطه‌ی با قطبیت منفی متصل گردد.



شکل ۶ـ۶: در هنگام عیب‌یابی مدارات برقی خودرو، سنجش ولتاژهای DC بسیار معمول می‌باشد.

در موقع جداکردن سرسیم‌ها از نقاط موردنظر، همیشه اول سرسیم قرمز را برداشته و سپس سر سیم مشکی را از مدار جدا سازید. پس از انتخاب رِنج مناسب، مجدداً سرسیم‌ها را به نقاط مطلوب ارتباط دهید و این‌بار برعکس عمل کنید یعنی اول سرسیم مشکی را وصل کرده و سپس سرسیم قرمز را متصل سازید و رقم موردنظر را از روی صفحه‌ی LCDای مالتی‌متر بخوانید.

۷- برای کسب یک اندازه‌ی پایدار، دکمه‌ی «نگهداری» را فشار دهید. در این صورت بعداً هم می‌توانید برای رؤیت رقم مزبور، به مالتی‌متر مراجعه کنید.

۸- برای به‌دست آوردن کمترین و بیشترین مقادیر موجود، دکمه‌ی «حداقل ـ حداکثر» را فشار دهید. در این صورت هربار که رقم جدیدی جایگزین شود، مالتی‌متر با انتشار یک بوق کوتاه، وجود آن را اعلام می‌کند.

۹- برای این‌که مالتی‌متر را بر روی یک مقدار مبنا صفر کنید، از دکمه‌ی «نسبی» استفاده نمایید. در این صورت، صفحه‌ی مالتی‌متر، مقادیر بیشتر و کمتر از حد مبنا را نشان خواهد داد.

تجزیه و تحلیل ولتاژهای سنجیده شده

لازمه‌ی کسب مقادیر دقیق، انجام تنظیمات صحیح و بهره‌گیری از اتصالات مناسب می‌باشد. هرچند که اندازه‌گیری‌های ولتاژ، فقط اولین قدم عیب‌یابی مدارات، محسوب می‌شوند. قدم بعدی، تجزیه و تحلیل ارقام قرائت شده است. همانطوری که جلوتر هم در مبحث سنجش ولتاژهای AC اشاره شد، در مقوله ولتاژهای متناوب، وجود تغییر اندازه‌هایی در حد ۱۰٪- یا ۵٪+ ولتاژ اسمی منبع موردنظر، یک امر طبیعی قلمداد شده و معمولاً هم اشکالی ایجاد نمی‌کند ولی در سنجش ولتاژهای DC، این حالت صادق نبوده و یک اختلاف ولتاژ بسیار کوچک هم یک اشکال یا عیب تلقی می‌گردد.

در این حالت، تغییر اندازه‌ی مجاز به نوع کاربرد بستگی دارد (شکل ۶-۷). به‌طوری که ملاحظه می‌کنید وجود ولتاژ ۱۱/۹ ولت معرف یک باتری مرده، ۱۲ الی ۱۲/۱ نشانه‌ی وجود حداقل شارژ، ۱۲/۲ تا ۱۲/۳ حاکی از نیم‌شارژ بودن، ۱۲/۴ الی ۱۲/۵ نشان‌دهنده‌ی یک باتری نسبتاً پر و بالاخره نمایش ولتاژ ۱۲/۶ ولت، حاکی از وجود یک باتری کاملاً پر و سرحال است.

البته توجه داشته باشید که ارقام مزبور برای باتری که زیر بار قرار نگرفته باشد، صادق است. درمورد یک باتری ۱۲ولتی اتومبیل، وقتی مقادیر سنجیده شده بین ۳ الی ۵٪ فراتر از ارقام داده شده باشند، بهتر است تا مقادیر کمتر. وقتی مقادیر سنجیده شده کمتر از ارقام ارائه شده باشند، یک جای کار مشکل دارد و مدارات برقی مربوطه باید مورد عیب‌یابی دقیق قرار گیرند. البته ولتاژهای DC هم همیشه نباید از مقدار ثابتی برخوردار باشند و گاهی اوقات و در برخی کاربردها، تغییرات این ولتاژها مطلوب نظر طراح هم می‌باشد.

برای مثال، سرعت موتورهای DC را می‌توان متناسب با ولتاژ داده شده به آن‌ها، تغییر داد. در این

جور کاربردها، ولتاژ سنجیده شده‌ی موتور DC به تنظیمات رگولاتور ولتاژ به کار رفته، بستگی دارد.

شارژ باتری

وضعیت	شارژ باتری برحسب درصد	ولتاژ
مرده	0	11.9
حداقل شارژ	25	12.0-12.1
نیم‌شارژ	50	12.2-12.3
نسبتاً پر	75	12.4-12.5
کاملاً پر	100	12.6

شکل ۶-۷: ولتاژهای قابل توجه یک باتری ۱۲ ولتی خودرو از ۱۱/۹ ولت (مرده) تا ۱۲/۶ ولت (کاملا پر).

در این‌گونه اندازه‌گیری‌ها، ملاک واقعی، ولتاژی است که کارخانه سازنده‌ی موتور، بر روی پلاک متصل به بدنه‌ی آن، قید کرده است.

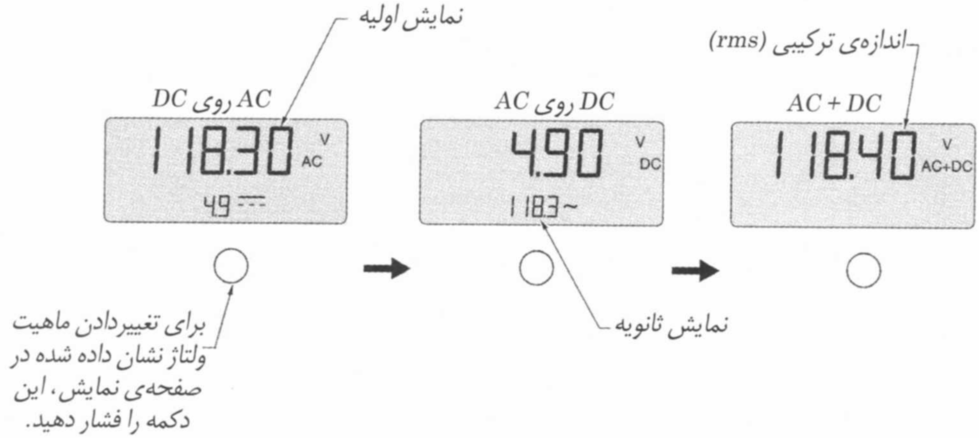
در پاره‌ای از موارد ممکن است ناچار به اندازه‌گیری ولتاژ DCی نقاطی از مدار شوید که ولتاژ AC هم دارند. برای انجام یک سنجش دقیق DC بهتر است ابتدا ولتاژ AC را اندازه گرفته و در جایی ثبت کرد و سپس و با انتخاب رِنج DCی مشابه یا یک رِنج بالاتر از حدود مزبور، به سنجش ولتاژ DC پرداخت.

سنجش همزمان ولتاژ AC و DC

گاهی اوقات، یک سیگنال خاص ممکن است حاوی توأمان هر دو مؤلفه‌های AC و DC باشد. برخی از مالتی‌مترهای مجهزتر از قابلیت ویژه‌ای برخوردارند که می‌توانند ولتاژ چنین سیگنال‌هایی را سنجیده و مؤلفه‌های AC یا DC آن‌ها را به صورت جداگانه و یا ترکیبی (مقادیر rms) نمایش دهند (شکل ۶-۸).

معمولاً با وصل‌کردن سرسیم‌های آزمایشی به نقاط مورد نظر، در وهله‌ی اول، مؤلفه‌ی AC نمایش داده شده و با فشار دادن یک دکمه، مؤلفه‌ی DC، ظاهر می‌گردد. البته دستگاه را برای نمایش برعکس هم می‌توان تنظیم کرد طوری‌که نمایش اولیه به مؤلفه‌ی DC اختصاص داده شده و نمایش ثانویه، برای مؤلفه‌ی AC در نظر گرفته شود و یا حتی می‌توان کاری کرد که صفحه‌ی نمایش، مقدار مؤثر و ترکیبی مؤلفه‌های AC و DC را نشان دهد.

نمایش همزمان ولتاژهای AC و DC



شکل ۶ـ۸: فقط برخی از مالتی‌مترها توانایی نمایش همزمان ولتاژهای AC و DC را دارند.

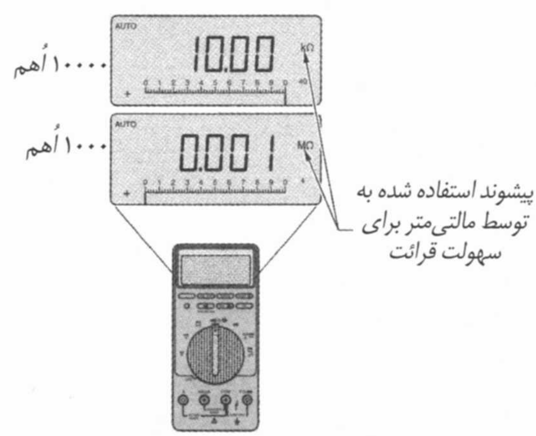
فصل هفتم

سنجش مقاومت‌ها و آزمایش پیوستگی

مقاومت

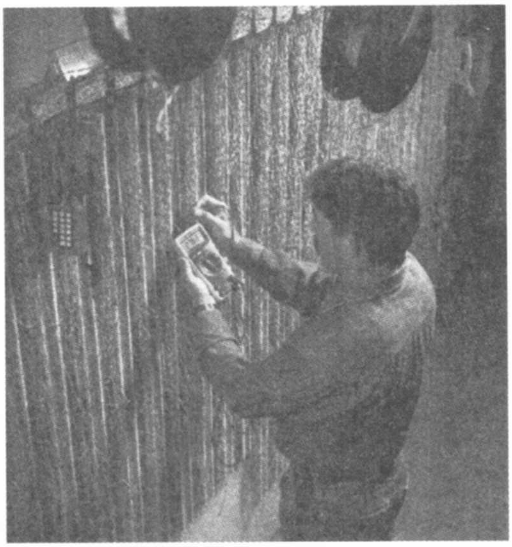
در برق و الکترونیک، مقاومت که با R نشان داده می‌شود، عنصری است که با عبور جریان الکترون‌ها از مدار، مخالفت می‌کند. مقاومت بر حسب اُهم سنجیده می‌شود. اندازه‌ی مقاومت‌های بزرگتر را با کیلو اُهم (۱۰۰۰ اهم) و مگا اُهم (میلیون اُهم) بیان می‌کنند. در روی صفحه‌ی LCDی مالتی‌متر هم این اندازه‌ها با Ω، kΩ و MΩ نشان داده می‌شوند (شکل ۷-۱).

خواندن مقدار مقاومت‌ها



شکل ۷ـ۱: در موقع اندازه‌گیری مقاومت‌های بالا با مالتی‌متر، برای سهولت قرائت، از پیشوندهای لازم در جلوی عدد نمایش داده شده، استفاده می‌کنند.

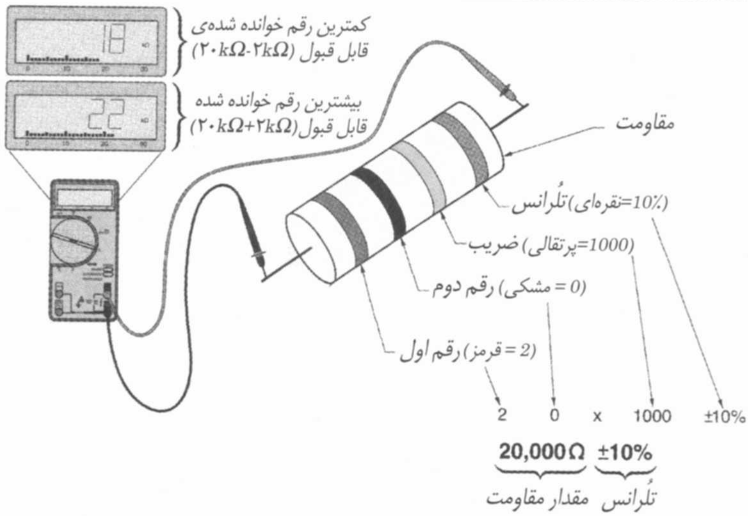
استفاده از این پیشوندها موجب کم‌شدن تعداد صفرهای رقم خوانده شده و سهولت قرائت می‌گردد. با استفاده از مالتی‌متر می‌توان اندازه‌ی مقاومت قطعه یا مداری را که برقدار نیست، سنجید. علت این است که خود مالتی‌متر باتری داخلی دارد که ولتاژ لازم برای تست سیم‌ها و قطعات موردنظر را تأمین می‌نماید. مجدداً تکرار می‌شود که همه اندازه‌گیری‌ها باید درحالی‌که قطعه یا مدار مورد سنجش، فاقد هرگونه ولتاژی است صورت پذیرند. در همین راستا باید اشاره کرد که اگر در مدار مورد آزمایش، خازنی وجود دارد، قبل از هرکار باید بار الکتریکی ذخیره شده در آن را تخلیه نمود.



شکل ۷ـ۲: هنگام عیب‌یابی سیم‌کشی سیستم‌های تلفن، اندازه‌گیری‌های لازم به توسط مالتی‌متر انجام می‌شود.

معمولاً برای بررسی شرایط یک قطعه یا مدار، مقاومت آن را می‌سنجند. هرچه مقدار مقاومت بیشتر باشد، جریان جاری در آن کمتر می‌گردد و بالعکس هرچه اندازه‌ی مقاومت کمتر شود، میزان جریان افزایش می‌یابد. قطعاتی مثل لاستیک یا پلاستیک که برای عایق سازی الکتریکی از آن‌ها استفاده می‌شود باید مقاومت بسیار بالایی داشته باشند. و بالعکس، قطعات و وسایلی مثل کنتاکت کلیدها یا کابل‌ها و سیم‌ها که باید از ویژگی هدایت‌کنندگی بالایی برخوردار باشند، مقاومت‌های بسیار کمی دارند. وقتی عایق‌ها در اثر رطوبت یا دمای بالا، آسیب می‌بینند، مقاومت‌شان کاهش می‌یابد. و متقابلاً وقتی هادی‌ها در اثر خوردگی یا سوختگی صدمه می‌خورند، مقاومتشان زیاد می‌شود. سایر قطعات مثل المنت‌های گرمایی و مقاومت‌ها، باید از مقاومت خاصی برخوردار باشند. هر تغییر قابل توجه در مقاومت‌های ثابت، نشانه بروز یک مشکل است. میزان مقاومت برخی از این قطعات مثل مقاومت‌ها را روی بدنه‌ی آن‌ها حک می‌کنند. وقتی در روی بدنه‌ی این قطعات به تلرانس خاصی اشاره شده باشد، رقم قرائت شده به توسط مالتی‌متر، باید در محدوده‌ی مجاز ناشی از وجود تلرانس مزبور قرار گیرد (شکل ۷-۳).

نقش تلُرانس در اندازه‌گیری مقاومت‌ها



شکل ۷ـ۳: اندازه‌ی مقاومت‌های کوچک و تلُرانس آن‌ها به وسیله نوارهای رنگی دور بدنه‌شان مشخص می‌گردد.

تنظیم مالتی‌متر برای سنجش اندازه‌ی مقاومت

در اکثر مالتی‌مترها، محدوده‌ی اختصاص داده شده به سنجش اندازه‌ی مقاومت‌ها با کمیات دیگری مشترک است. بسته به نوع دستگاه، محدوده‌ی سنجش مقاومت ممکن است با محدوده‌ی انجام آزمایش پیوستگی، سنجش اندازه‌ی خازن و تست دیود اشتراک داشته باشد. (شکل ۷-۴).

وضعیت شاخص سلکتور برای سنجیدن اندازه‌ی مقاومت‌ها



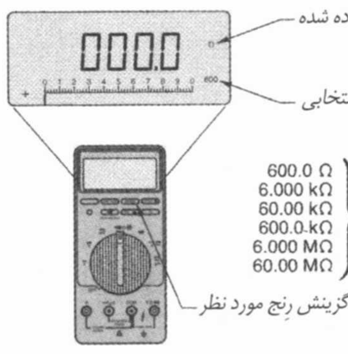
شکل ۷ـ۴: در بسیاری از مالتی‌مترها، محدوده‌ی اندازه‌گیری میزان مقاومت، با محدوده‌ی سنجش و تست چند پارامتر دیگر مشترک می‌باشد.

چون معروف‌ترین و معمول‌ترین این تست‌ها، به سنجش مقاومت‌ها اختصاص دارد، این محدوده را بیشتر به نام «محدوده‌ی اندازه‌گیری مقاومت‌ها» می‌شناسند.

وقتی مالتی‌متر در این محدوده قرار می‌گیرد، حتی قبل از این‌که سرسیم‌های دستگاه به جایی وصل شده باشند، صفحه‌ی LCD مالتی‌متر، میزان مقاومت موجود بین نوک سرسیم‌ها را نشان می‌دهد. در این صورت نماد یا حروف OL بر روی صفحه ظاهر می‌شوند. از آن‌جایی‌که مقاومت سرسیم‌هایی که به جایی وصل نشده‌اند بسیار زیاد است، OL شامل MΩ هم می‌شود.

وقتی نوک سرسیم‌ها به قطعه‌ی موردنظر متصل می‌شوند، مالتی‌متر با استفاده از رِنج خودکار، بهترین و مناسب‌ترین بازه را برمی‌گزیند. البته به صورت دستی هم می‌توان عمل کرده و رِنج مورد نظر را برگزید. وقتی سرسیم‌ها از هم جدا بوده و دکمه‌ی انتخاب رِنج به صورت پی‌درپی فشار داده شود، نقطه‌ی اعشاری OL تغییر کرده (به‌صورت .OL، O.L یا .OL) و پیشوندهای MΩ یا kΩ نمایش داده می‌شوند. در اکثر مالتی‌مترهایی که به نمودار میله‌ای مجهزند، رِنج نمودار مزبور نیز به صورت ۴، ۴۰ یا ۴۰۰، تغییر پیدا می‌کند (شکل ۷-۵).

رنج‌های مختلف برای سنجش مقاومت‌ها



شکل ۷ـ۵: با استفاده از دکمه‌ی انتخاب رِنج می‌توان مالتی‌متر را بر روی یک رِنج مقاومتی خاص قرار داد.

مراحل اندازه‌گیری مقاومت‌ها

مالتی‌متر اندازه‌ی مقاومت قطعه یا مداری را که فاقد ولتاژ باشد، می‌سنجد. در صورتی که مقاومت مورد تست به ولتاژ مختصری متصل باشد، عدد نادرستی قرائت خواهد شد.

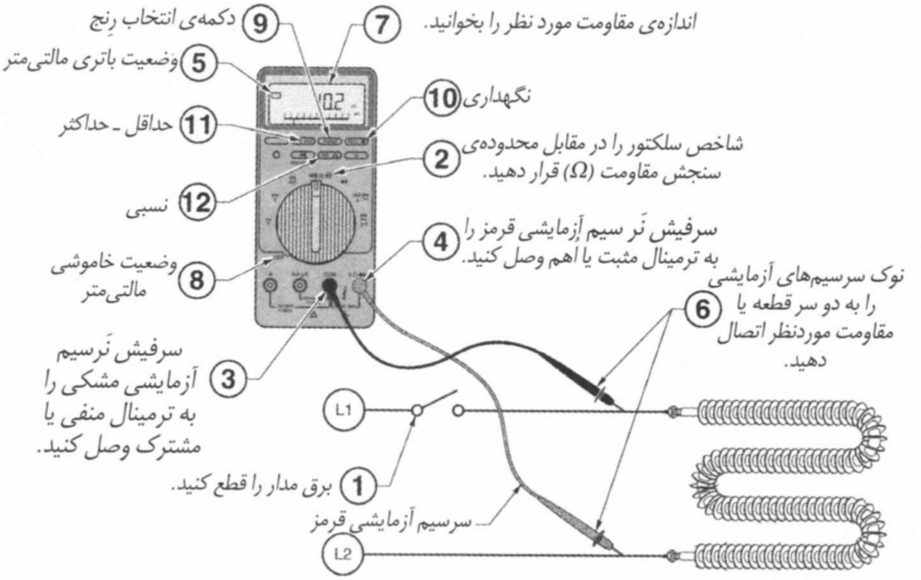
درصورتی که مقاومت مورد سنجش به ولتاژ بالایی متصل باشد، حتی با وجود فیوز و مدارات حفاظتی داخلی، احتمال آسیب‌دیدن جدی مالتی دور از انتظار نخواهد بود. همیشه قبل از سنجش اندازه‌ی مقاومت‌هایی که در مدار واقع شده‌اند، از عدم وجود ولتاژ در دو سر آن‌ها، اطمینان حاصل کنید.

مراحل معمول برای سنجش اندازه‌ی مقاومت‌ها در شکل ۷-۶ نشان داده شده و به شرح زیر است:

۱- یا قطعه‌ی مورد آزمایش را از مدار خارج سازید و یا برق مدار را قطع کنید.

۲- شاخص سلکتور مالتی‌متر را در مقابل محدوده‌ی سنجش مقاومت قرار دهید. وقتی این شاخص در مقابل محدوده‌ی سنجش مقاومت قرار می‌گیرد، حروف OL بر روی صفحه ظاهر شده و نماد Ω در گوشه‌ای از آن پدیدار می‌گردد.

اندازه گیری مقاومت‌ها



شکل ۷ـ۶: برای سنجش اندازه‌ی مقاومت‌ها، حتماً ولتاژ متصل به آن‌ها را قطع کنید.

۳- سرفیش نَر سیم آزمایشی مشکی را به ترمینال مشترک اتصال دهید.

۴- سرفیش نَر سیم آزمایشی قرمز را به ترمینال مثبت یا اُهم وصل کنید.

۵- از وضعیت مناسب باتری یا باتری‌های مالتی‌متر اطمینان حاصل نمایید. در اکثرِ دستگاه‌ها، با ضعیف‌شدن باتری، نمادی از یک باتری در یکی از گوشه‌های صفحه‌ی نمایش مثلاً «بالا ـ سمت چپ» ظاهر می‌شود.

۶- نوک سرسیم‌های آزمایشی را به دو سر قطعه یا نقاط موردنظر وصل کنید. مطمئن شوید که اتصال نوک سرسیم‌ها به نقاط مورد نظر محکم و فاقد لقیِ و قطع و وصل است. اگر نوک سرسیم‌های مالتی‌متر را به‌هم بزنید، صفحه‌ی نمایش عدد صفر اُهم را نشان خواهد داد. هرچند که به‌خاطر وجود مقاومت بسیار ناچیز سرسیم‌ها ممکن است عددی بین ۰/۲ الی ۰/۵ اُهم نمایش داده شده و بر اندازه‌ی سنجیده شده تأثیر نامحسوسی بگذارد. برای افزایش دقت اندازه‌گیری و به‌خصوص در هنگام سنجش مقاومت‌های کوچک و کم اُهم، حتما از قابلیت «نسبی» استفاده کنید تا اندازه‌ی مقاومت سرسیم‌ها به صورت خودکار از میزان نمایش داده شده، کسر گردد. وجود گرد و غبار، مواد روان‌ساز لحیم، روغن و سایر مواد مشابه در نوک سرسیم‌های مالتی‌متر یا محل‌های تماس خود قطعه با نوک

سرسیم‌ها، می‌تواند منجر به قرائت ارقام نادرست شود. وجود مواد مزاحم ذکر شده در بدنه‌ی داخلی ترمینال‌های دستگاه یا قسمت خارجی فیش‌های نَر سرسیم‌های آزمایشی نیز، باعث کاهش دقت قرائت می‌گردند. علت بروز این پدیده آن است که لایه‌ی مزاحم مزبور در واقع به نوعی با مدار مورد سنجش موازی شده و باعث کاهش دقت قرائت می‌شود.

۷- مقدار مقاومت مطلوب را از روی صفحه‌ی نمایش بخوانید.

۸- پس از خاتمه‌ی کار، حتماً با استفاده از شاخص سلکتور و قراردادن آن در محل خاموشی دستگاه، از مصرف بی‌مورد باتری‌های مالتی‌متر، ممانعت به عمل آورید.

برخی از قابلیت‌های مالتی‌مترهای پیشرفته

علاوه بر مراحل هشت گانه‌ی بالا، در صورت مجهز بودن مالتی‌متر به قابلیت‌های ویژه، می‌توانید از آن‌ها به صورت زیر بهره بگیرید:

۹- برای انتخاب یک رِنج اندازه گیری ثابت و ویژه، دکمه‌ی «رِنج» را فشار دهید.

۱۰- برای اخذ یک سنجش پایدار، دکمه‌ی «نگهداری» را فشار دهید. در این صورت رقم ضبط شده را بعداً و در هنگام ضرورت نیز می‌توان رؤیت نمود.

۱۱- برای ثبت کمترین و بیشترین مقادیر قرائت‌شده، دکمه‌ی «حداقل ـ حداکثر» را فشار دهید. هربار که رقم جدیدی قرائت شود، دستگاه وجود آن را با انتشار بوق یا صدای کوتاهی اعلام خواهد کرد.

۱۲- برای تثبیت مالتی‌متر بر روی یک مقدار خاص، از دکمه‌ی «نسبی» استفاده کنید. در این صورت مقادیر بالاتر یا پایین‌تر از مبنای انتخابی، بر روی صفحه پدیدار خواهند شد.

تجزیه و تحلیل مقاومت‌های سنجیده شده

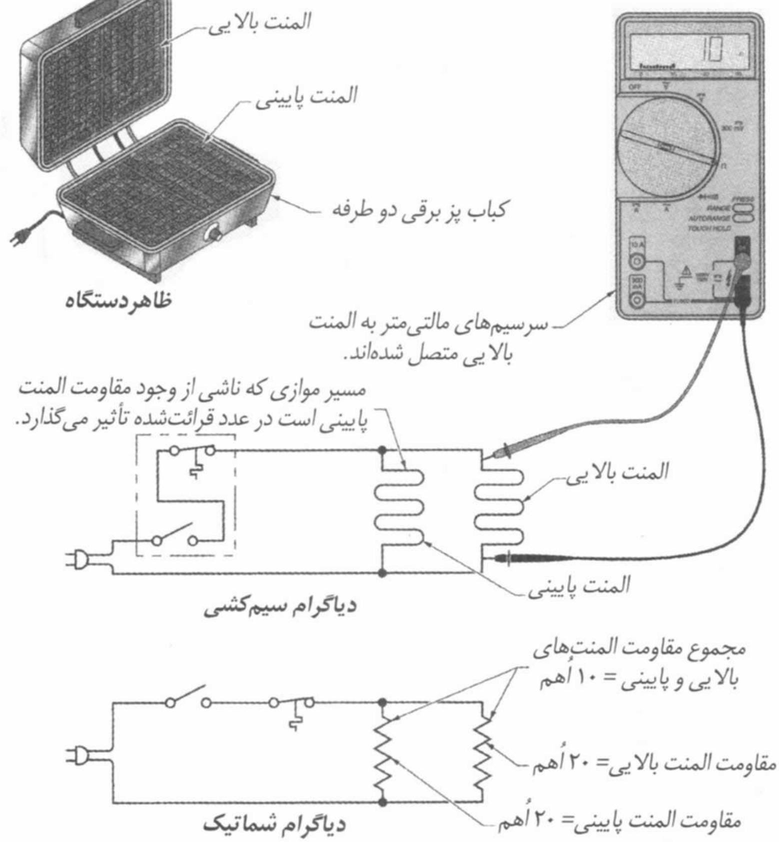
اهمیت مقدار مقاومت قرائت شده به قطعه‌ی تحت آزمایش بستگی دارد. در حالت کلی، مقاومت هر قطعه‌ای به مرور زمان و از یک قطعه تا قطعه‌ی دیگر تغییر پیدا می‌کند. معمولاً تغییرات جزئی مقاومت خیلی اهمیت ندارد ولی به‌هرصورت بد نیست علت بروز این تغییر مورد تجزیه و تحلیل و منشاءیابی قرار گیرد.

برای مثال، وقتی مقاومت المنت یک بخاری برقی افزایش می‌یابد، جریان عبوری از آن کاهش یافته و نتیجتاً، توان بخاری برقی یا وسیله‌ی مزبور نیز کم می‌شود. و بالعکس وقتی مقاومت چنین المنتی کم می‌شود، جریان جاری در آن زیاد شده و توان تولیدی و مصرف برق آن نیز افزایش می‌یابد. در حالت کلی از قطعاتی مثل کلیدها یا رله‌ها، برای کنترل مدارها استفاده می‌کنند. در چنین قطعاتی، معمولاً، مقاومت اولیه‌ی قطعه بسیار کم بوده و به مرور زمان و با ایجاد سایش و کثیف‌شدن آن‌ها، میزان مقاومت کنتاکت‌ها نیز افزایش می‌یابد. مقاومت مصرف‌کننده‌هایی مثل موتورها و سلونوئیدها، به مرور زمان و با از بین رفتن عایق یا لاک سیم پیچ‌ها (مثل ایجاد حالت نیم‌سوزشدن) و همچنین به‌خاطر وجود رطوبت در محلی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، کاهش می‌یابد.

در موقع اندازه‌گیری مقاومت توجه داشته باشید که عددی که روی صفحه‌ی LCDای مالتی‌متر ظاهر می‌شود، در واقع مقاومت تمام سیم‌ها و قطعاتی است که در فاصله‌ی مابین نوک سرسیم‌های آزمایشی قرار می‌گیرند. در موقع سنجش اندازه‌ی مقاومتی که در مدار قرار گرفته باید دقت زیادی مبذول نمود (شکل ۷-۷).

در این‌گونه موارد مقاومت یا مقاومت‌هایی که در خارج از دید تعمیرکار، با مقاومت مورد آزمایش موازی شده‌اند، باعث کمترشدن عدد ظاهر شده در روی صفحه‌ی نمایش، از مقدار واقعی مقاومت مورد نظر می‌گردند. در این شرایط اگر نقشه‌ی مدار مورد بحث را در اختیار دارید، حتما وضعیت مقاومت مطلوب از نظر موازی بودن با مقاومت‌های دیگر را بررسی نمایید. به علاوه درصورتی که در هنگام انجام آزمایش، دستان تعمیرکار به قسمت‌های فلزی سرسیم‌های آزمایشی تماس پیدا کند، عدد نشان داده شده، با خطا همراه خواهد گردید.

تأثیر مقاومت موازی بر مقادیر قرائت شده



شکل ۷ـ۷: وجود هر مسیر موازی در دو سر قطعه‌ی مورد آزمایش، اندازه‌ی قرائت شده را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

پیوستگی

به طور خلاصه، پیوستگی، وجود یک مسیر کامل برای عبور جریان الکتریسیته است. برای مثال، یک کلید بسته‌ی سالم، یک مسیر کامل برای عبور جریان می‌باشد. این درحالی است که در یک کلید باز، پیوستگی برقرار نبوده و مدار، باز یا منفصل تلقی می‌گردد. از وضعیت تست پیوستگی مالتی‌متر می‌توان برای آگاهی از کم و کیف قطعاتی مثل: کلیدها، فیوزها، اتصالات الکتریکی و دیگر هادی‌های موجود استفاده کرد. در اکثر مالتی‌مترهای دیجیتالی و در وضعیت تست پیوستگی، وقتی سر سیم‌های آزمایشی با یک مسیر کامل الکتریکی مواجه شوند، بیزر دستگاه با انتشار بوق کوتاهی، آن را اعلام می‌دارد. با اطلاع از وجود یک مسیر کامل، می‌توان برای قضاوت درباره‌ی سالم یا خراب بودن یک قطعه تصمیم گرفت. برای مثال یک فیوز سالم به آزمایش پیوستگی جواب مثبت داده و یک فیوز سوخته، در مقابل این تست، هیچ عکس‌العملی از خود نشان نمی‌دهد. مهم‌ترین مزیت آزمایش پیوستگی در صدایی است که دستگاه در مواجهه با یک مسیر کامل الکتریکی، از خود منتشر می‌سازد. چون در انجام این تست، میزان مقاومت موجود، اهمیت چندانی نداشته و آنچه که مهم می‌باشد، متصل و پیوسته بودن مسیر است، در این صورت و با انتشار صدای مزبور، تعمیرکار شش‌دانگ حواسش را متوجه قسمت تحت آزمایش کرده و نیازی به نگاه‌کردن به صفحه‌ی مالتی‌متر نخواهد داشت.

اندازه‌ی مقاومت مورد سنجش با توجه به رِنج انتخابی مشخص می‌گردد (شکل ۷-۸).

برای مثال اگر مالتی‌متر بر روی رِنج ۴۰۰ اُهم گذاشته شده و مقاومت قطعه یا مسیر مطلوب، ۴۰ اُهم یا کمتر باشد، مالتی‌متر در مواجهه با یک مسیر پیوسته، بوق خواهد زد. نگاهی به جدول داده شده در شکل ۷-۸ مشخص می‌سازد که درصورتی که رِنج انتخابی، ۴ مگااُهم باشد، شرط بوق‌زدن دستگاه، مواجهه‌ی سرسیم‌های آن با مقاومتی در حد ۲۰۰ کیلو اُهم یا کمتر خواهد بود. وقتی هدف تست‌کردن قطعاتی از مدار مثل اتصالات الکتریکی یا کنتاکت‌های کلید یا رله‌ای است که مقاومت‌های بسیار کمی دارند، بهتر است از کمترین رِنج ممکن سود جست.

مراحل سنجش پیوستگی

مراحل انجام تست پیوستگی به شرح زیر می‌باشد (شکل ۷-۹).

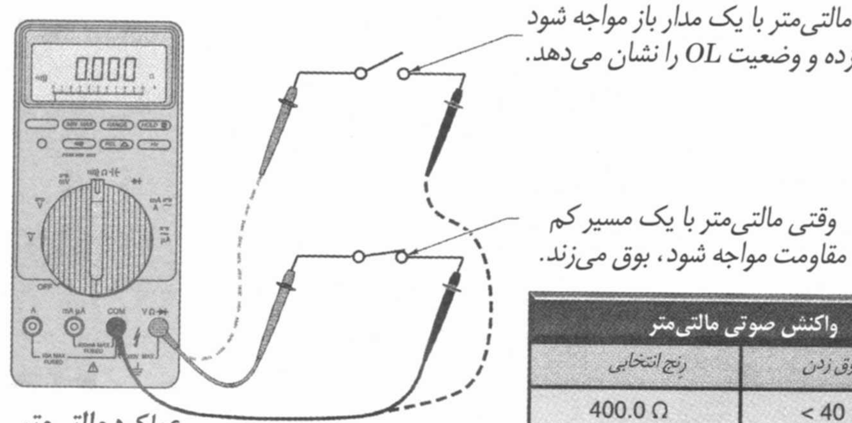
۱- درصورتی‌که مالتی‌متر به چنین قابلیتی مجهز است، شاخص سلکتور را بر روی تست پیوستگی قرار دهید. در اکثر مالتی‌مترها، محدوده‌ی تست پیوستگی و سنجش اندازه‌ی مقاومت، یکی است. با قرار دادن شاخص سلکتور بر روی این محدوده، نماد تست پیوستگی، در حاشیه‌ی صفحه‌ی نمایش ظاهر خواهد شد هر چند که نمادهای OL و Ω، در جای خود باقی خواهند ماند.

۲- درصورت لزوم، دکمه‌ی تست پیوستگی را فشار دهید.

۳- سرفیش نَر سیم مشکی را به ترمینال مشترک مالتی‌متر وصل کنید.

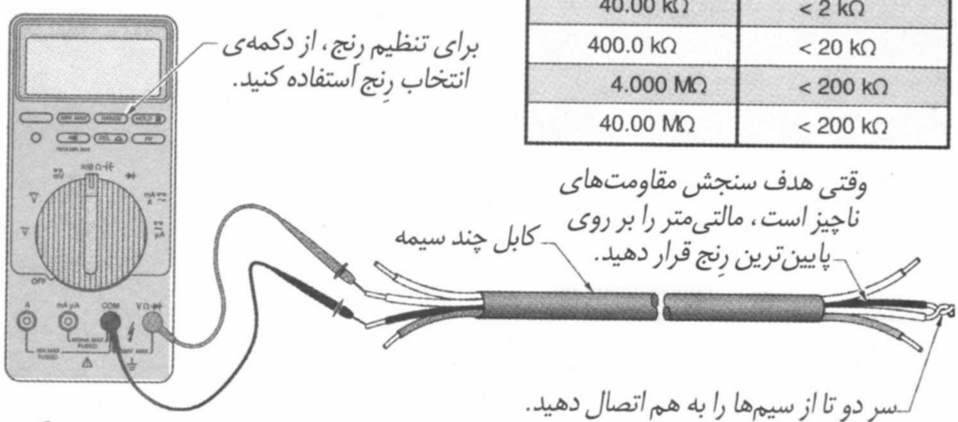
۴- سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال مقاومت متصل سازید.

آزمایش پیوستگی



عملکرد مالتی‌متر

رنج انتخابی	شرط بوق زدن
واکنش صوتی مالتی‌متر	
400.0 Ω	< 40 Ω
4.000 kΩ	< 200 Ω
40.00 kΩ	< 2 kΩ
400.0 kΩ	< 20 kΩ
4.000 MΩ	< 200 kΩ
40.00 MΩ	< 200 kΩ



تست پیوستگی

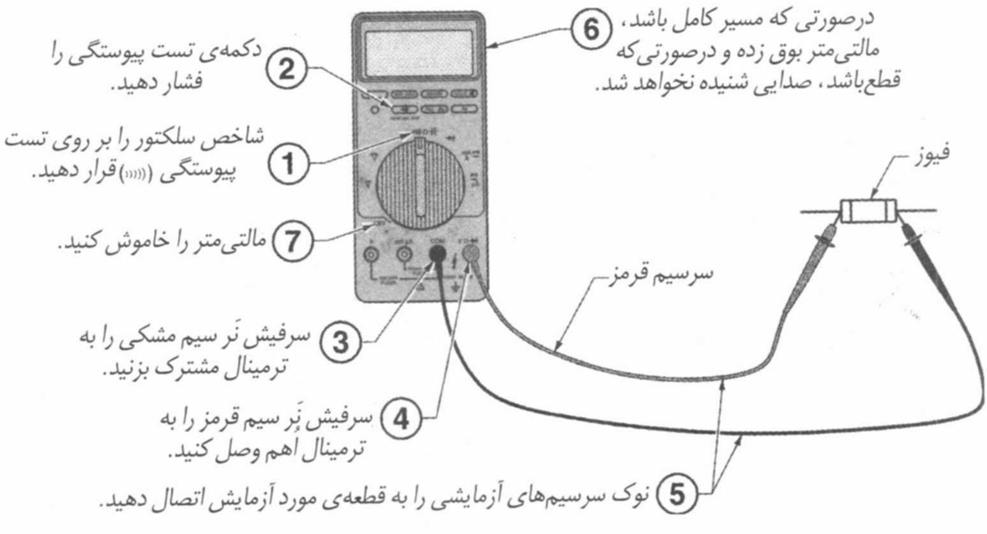
شکل ۷ـ۸: عکس‌العمل صوتی مالتی‌متر در انجام آزمایش پیوستگی باعث می‌شود که تعمیرکار بدون نگاه‌کردن به صفحه‌ی دستگاه، از پیوسته‌بودن مدار اطلاع پیدا کند. تنظیم رِنج انتخابی موجب می‌گردد که درصورت مواجهه‌ی سرسیم‌های مالتی‌متر با مقاومت کمتر از یک حد مشخص، دستگاه بوق بزند.

۵- با اطمینان از قطع بودن برق مدار، نوک سرسیم‌های آزمایشی را به نقاط موردنظر اتصال دهید. در انجام این آزمایش، اتصال دادن سرسیم‌های قرمز و مشکی به طرفین قطعه یا مدار موردنظر، اختیاری بوده و قطبیتی وجود ندارد.

۶- درصورتی که پیوستگی برقرار باشد، صدای بوق مالتی‌متر شنیده می‌شود و بالعکس، در صورتی که مدار باز و منفصل باشد، صدایی از مالتی‌متر به گوش نخواهد رسید.

۷- پس از خاتمه‌ی کار و برای صرفه جویی در مصرف باتری، مالتی‌متر را خاموش کنید.

سنجش پیوستگی



شکل ۷ـ۹: درصورتی‌که در قطعه یا مدار مورد آزمایش پیوستگی وجود داشته و قطعی مشاهده نشود ، مالتی‌متر با صدای بوق، وصل بودن و سلامت آن قسمت را اعلام می‌دارد.

فصل هشتم

سنجش جریان‌های AC و DC

شدت جریان

شدت جریان یا اختصاراً جریان ،مقدار بار جابجا شده‌ی یک مدار الکتریکی بر حسب کولن در واحد زمان می‌باشد. با توجه به آنکه هر کولن معادل $۶/۲۴\times۱۰^{۱۸}$ الکترون است، وقتی این تعداد الکترون در یک ثانیه از یک نقطه از مداری عبور کنند می‌گویند شدت جریان مدار مزبور یک آمپر است. درحالی‌که شدت جریان‌های بالا و زیاد را با آمپر می‌سنجند، جریانات مختصر و ناچیز را با میلی‌آمپر (هزارم آمپر، mA) و میکرو آمپر (میلیونیم آمپر، µA)، اندازه می‌گیرند.



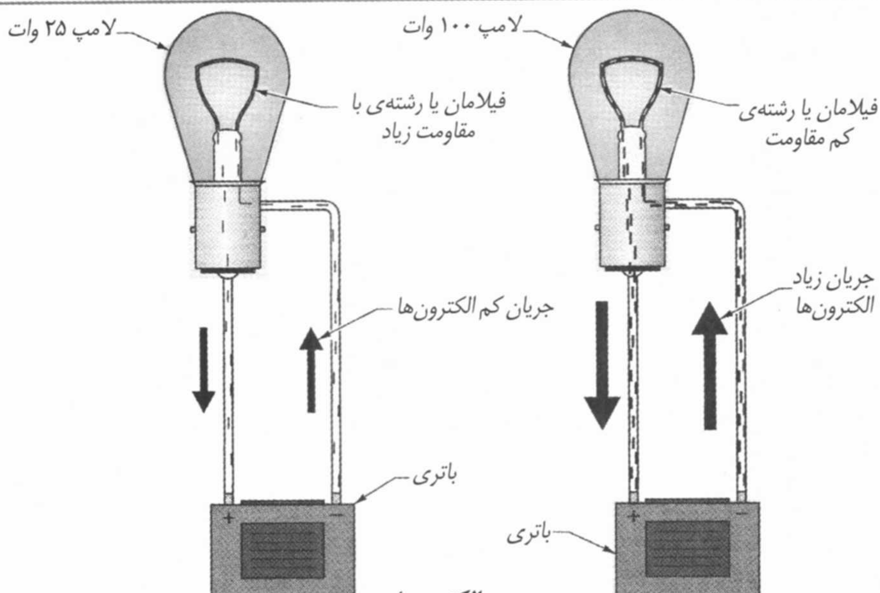
شکل ۸ـ۱: *برای ارزیابی شرایط مصرف‌کننده یا بار یک مدار می‌توان از اندازه‌گیری جریان جاری در آن کمک گرفت.*

وقتی بار یا مصرف‌کننده‌ای که با برق کار می‌کند به یک منبع مولد الکتریسیته متصل می‌شود، جریانی از مدار مزبور عبور می‌نماید (شکل ۸-۲).

برای محاسبه‌ی میزان بارگذاری مدار و یا اطلاع از شرایط یک قطعه‌ی برقی (بار یا مصرف‌کننده)،

شـدت جریـان جاری در مدار را می‌سـنجند. هر مصرف‌کننده‌ای مثل لامپ، موتـور الکتریکی، المنت بخاری برقی، بلندگو و غیره، که انرژی الکتریکی را به سایر انواع انرژی‌ها، مثل نور، حرکت چرخشی، گرما، صوت و غیره مبدل می‌سازد، از جریان الکتریکی استفاده می‌نماید. برای کسب انرژی بیشتر باید از جریان شدیدتر و بالاتری سود جست. با اضافه‌شدن هر مصرف‌کننده‌ی جدید به مدار (مثل اتصال دادن دو شـاخه‌ی دستگاه‌های مختلف به پریز و روشـن‌کردن آن‌ها)، شدت‌جریان جاری در مدار نیز افزایش می‌یابد.

جریان الکتریکی



عبور الکترون‌ها

میزان شدت جریان متعارف برخی از مصرف‌کننده‌های معمول		
مصرف‌کننده	**جریان عبوری، آمپر**	**جریان عبوری، میلی‌آمپر**
لامپ ۲۵ وات	۰/۱۱۴	۱۱۴
لامپ ۱۰۰ وات	۰/۴۵۵	۴۵۵
پخش ویدئو	۰/۱۸	۱۸۰
تلویزیون رنگی ۲۵ اینچ	۱	۱۰۰۰
موتور الکتریکی نیم اسب	۱/۷	۱۷۰۰
موتور الکتریکی ۲ اسب	۶/۷۸	۶۷۸۰

(مصرف‌کننده‌ها به برق ۲۲۰ ولت AC متصل شده‌اند.)

شکل ۸ـ۲: شدت‌جریان، تعداد الکترون‌هایی است که از یک مدار می‌گذرند. متناسب با کاربردهای مختلف، اندازه‌ی شدت‌جریان تغییر می‌کند.

جریان‌های الکتریکی و تراز آن‌ها

درست مثل ولتاژ، شدت‌جریان هم می‌تواند از نوع مستقیم (DC) یا متناوب (AC) باشد. جریان مستقیم جریانی است که فقط در یک جهت در مدار جاری می‌شود. وقتی منبع مولد قدرت مدار، ولتاژ DC تولید کند (مثل یک ژنراتور DC یا باتری)، جریان جاری در مدار نیز از نوع DC خواهد بود. جریان متناوب یا AC جریانی است که جهت عبور آن از مدار در فواصل زمانی خاصی معکوس می‌شود.

وقتی منبع مولد قدرت مدار، یک ولتاژ AC باشد، جریان ایجاد شده، به توسط ترانسفورماتورهای کاهنده یا افزاینده، به ولتاژهای پایین‌تر یا بالاتر AC تبدیل می‌شود.

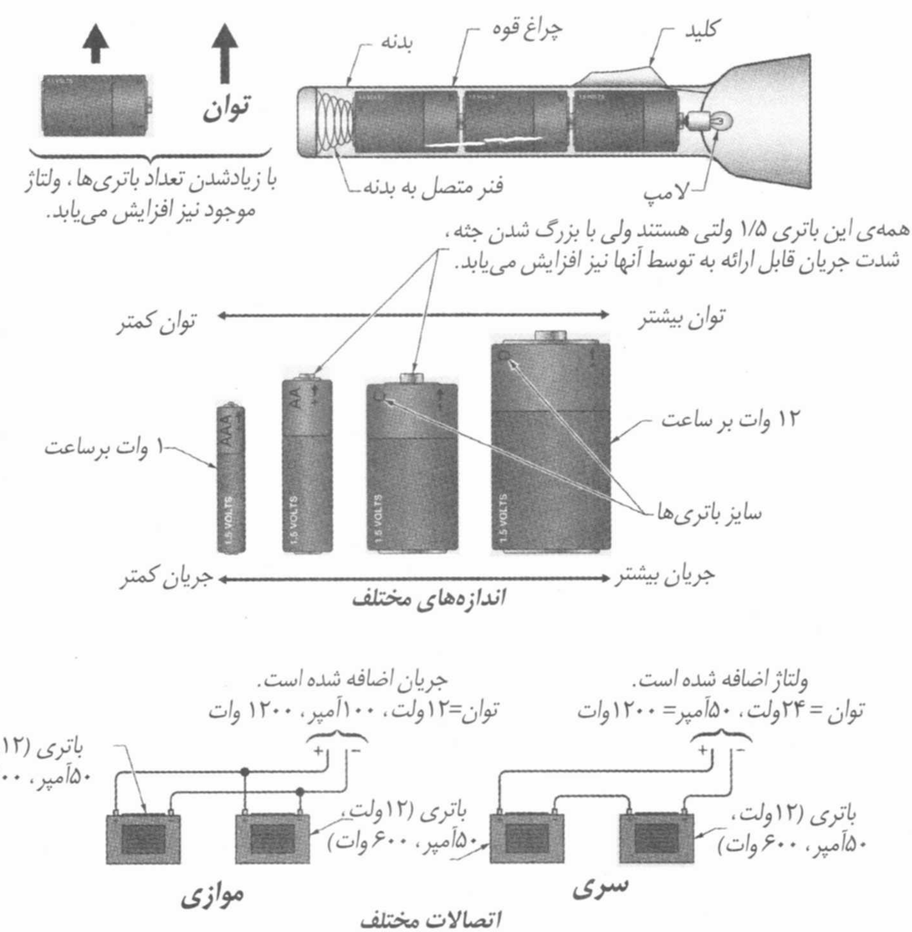
منابع قدرت DCی مختلف باعث ایجاد جریان‌های متفاوتی می‌گردند. برای مثال با وجود آنکه ولتاژ اسمی همه‌ی باتری‌های استاندارد نیم‌قلمی (AAA)، قلمی (AA)، متوسط (C) و بزرگ (D)، ۱/۵ ولت است ولی توانایی ارائه‌ی شدت‌جریان‌های هریک با دیگری تفاوت دارد. در این میان، همانگونه که از جثه‌ی آن‌ها هم پیداست، شدت‌جریان تولیدی به وسیله نمونه‌های نیم‌قلمی از همه کمتر و نوع بزرگ، از همه بیشتر است. در این صورت با اتصال یک مصرف‌کننده‌ی خاص به یک باتری نوع D، بار مزبور به مدت طولانی‌تری روشن یا فعال باقی می‌ماند تا وقتی‌که به یک باتری نیم‌قلمی متصل گردد. برای بالابردن میزان شدت‌جریان یک مدار می‌توان چند منبع مولد قدرت DC را به صورت موازی به‌هم وصل کرد. به‌طوری که در شکل ۸-۳ هم ملاحظه کنید، برای افزایش ولتاژ یک مدار باید چند منبع مولد قدرت را به صورت سری به یکدیگر اتصال داد.

محدودیت‌های جریان بر مبنای محدودیت‌های ناشی از جریان مجاز هرکدام از قطعات برقی مدار، مثل کلیدها، هادی‌ها (سیم‌ها و کابل‌ها)، موتورها و ترانسفورماتورها شکل می‌گیرد. وقتی جریان مدار از حد طبیعی آن فراتر می‌رود، می‌گویند مدار با جریان بالاتر از حد مجاز روبه‌رو است. وقتی چنین حالتی پیش بیاید، گرمای اضافی هم در مدار ایجاد خواهد شد. هرچه اندازه‌ی این جریان بیشتر و زمان اِعمال آن طولانی‌تر باشد، گرمای ایجاد شده نیز افزون‌تر خواهد شد. ادامه‌ی این وضعیت باعث از بین رفتن عایق سیم‌ها و خراب‌شدن قطعات موجود شده و مدار را با احتمال سوختگی و قطعی مواجه می‌سازد. برای ممانعت از ایجاد جریان‌های اضافی و محدودکردن آن، از فیوزهای شیشه‌ای معمولی، فیوزهای اتوماتیک، مدارشکن‌ها، رله‌های اوورلود (اضافه‌بار) و سایر وسایل ناظر بر میزان جریان، استفاده می‌شود.

عبور جریان DC

تا چندی پیش، محققان و اندیشمندان معتقد بودند که الکترون‌ها از قطب مثبت به قطب منفی جریان پیدا می‌کنند. به مرور و با انجام تفحصات بیشتر و به خصوص با مطالعاتی که بر روی ساختار اتم صورت پذیرفت، این طور استنباط گردید که الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت راه می‌یابند.

منابع قدرت DC

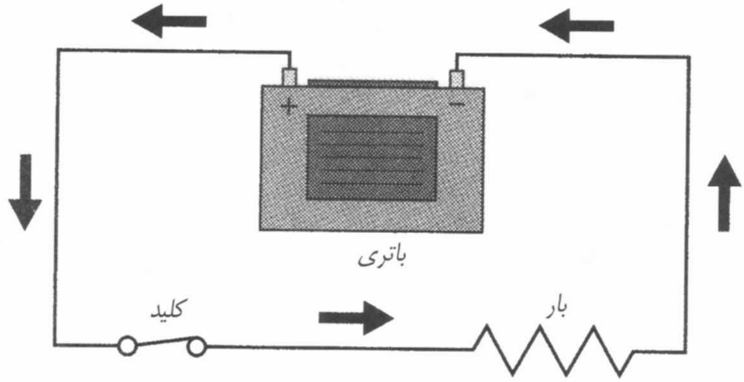


شکل ۸ـ۳: برای بالابردن ولتاژ مدار، چند منبع مولد قدرت DC (باتری‌ها) به‌صورت سری به‌هم وصل شده‌اند.

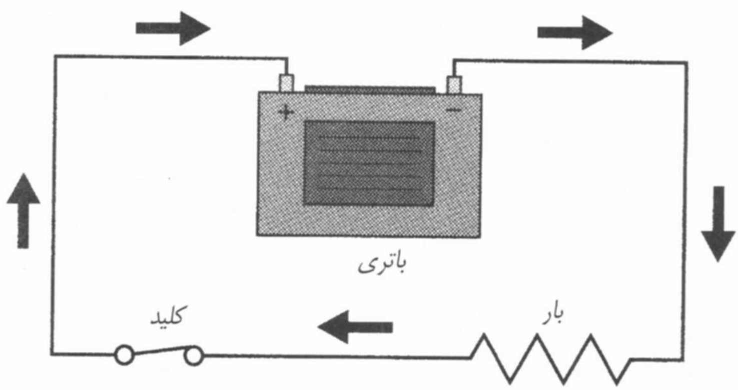
البته جهت قراردادی عبور جریان از قطب مثبت به منفی در نظر گرفته می‌شود ولی عملاً، الکترون‌ها، از قطب منفی خارج شده و وارد قطب مثبت می‌گردند. هر دو جهت مزبور یعنی جهت قرار دادی و جهت نظری (تئوری)، معتبر بوده و از آن‌ها برای نمایش جاری‌بودن جریان در مدار استفاده می‌شود.

معمولاً در بررسی مدارات برق اتومبیل ،از جهت عبور جریان قراردادی استفاده می‌شود. این درحالی‌است که در مدارات الکترونیکی حالت جامد، عبور جریان الکترون‌ها مدنظر قرار می‌گیرد (شکل ۸-۴).

عبور جریان الکتریکی



عبور جریان قراردادی (از مثبت به منفی)



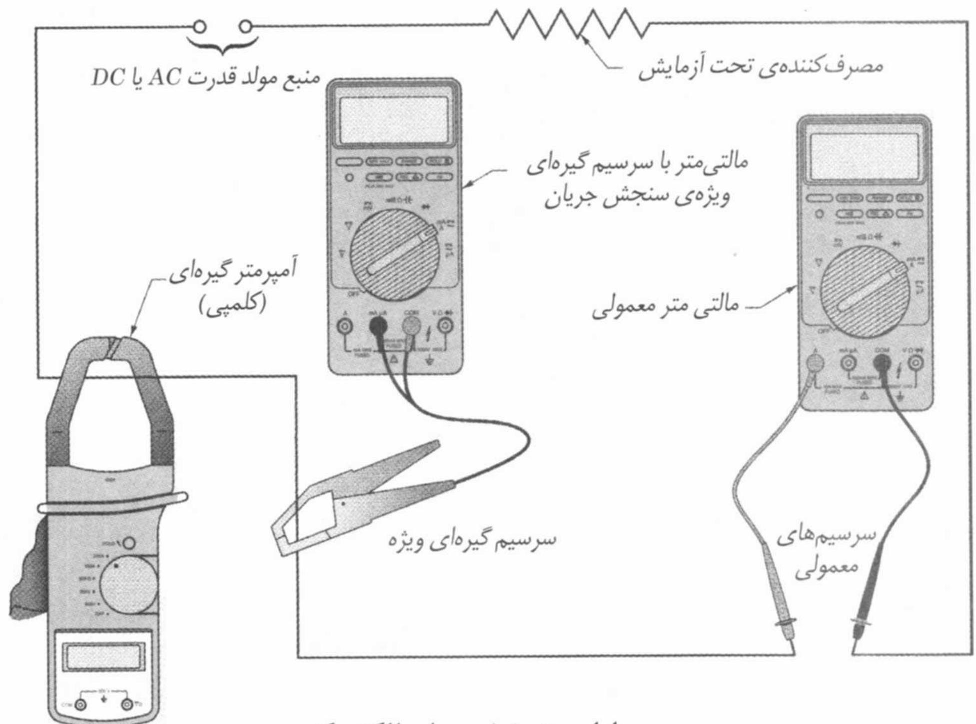
عبور جریان الکترون‌ها (از منفی به مثبت)

شکل ۸ـ۴: جهت عبور الکترون‌ها از یک مدار با جهت جریان قراردادی یا نظریه‌ی حرکت الکترون‌ها تشریح می‌گردد.

مراحل سنجش جریان‌های الکتریکی

با استفاده از آمپرمترهای گیره‌ای (کلمپی) یا مالتی‌مترهایی که به سرسیم‌های انبری یا گیره‌ای مجهز هستند می‌توان شدت‌جریان را اندازه گرفت. اگر هیچکدام از این‌ها در دسترس نباشند با یک مالتی‌متر دیجیتالی معمولی هم می‌توان شدت جریان را سنجید. برای این کار کافی است قسمتی از مدار را قطع کرده و با استفاده از سرسیم‌های عادی دستگاه، مالتی‌متر را به صورت سری در مدار قرار داد (شکل ۸-۵).

سنجش جریان الکتریکی



وسایل سنجش جریان الکتریکی

	آمپرمتر گیره‌ای	مالتی‌متر با سرسیم گیره‌ای ویژه‌ی سنجش جریان	مالتی متر معمولی
رنج	تا ۳۰۰۰ آمپر	تا ۱۰۰۰ آمپر	کمتر از ۱۰ آمپر
مراحل لازم	سنجش، نیازی به قطع‌کردن مدار ندارد.	سنجش نیازی به قطع‌کردن مدار ندارد.	برای سنجش باید قسمتی از مدار را قطع کرد.
ویژگی‌ها	اندازه‌گیری برخی از ولتاژها و مقاومت‌ها	«حداقل ـ حداکثر»، نسبی و غیره	«حداقل ـ حداکثر»، نسبی و غیره

شکل ۸ـ۵: برای سنجش جریان می‌توان از آمپرمترهای گیره‌ای، مالتی‌مترهای مجهز به سرسیم گیره‌ای ویژه‌ی سنجش جریان و یا مالتی‌مترهای معمولی استفاده نمود.

یک آمپرمتر گیره‌ای وسیله‌ی اندازه‌گیری است که فک‌های آن با حلقه‌زدن به دور سیم یا کابل حامل جریان یک مدار، و با سنجش میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف هادی مزبور، جریان جاری در مدار را اندازه می‌گیرد. این جور آمپرمترها را معمولاً در دو مدل تولید می‌کنند. یک نمونه فقط توانایی سنجش شدت جریان‌های AC را داشته و نمونه‌ی دوم که مجهزتر است، قابلیت اندازه‌گیری هر دو جریان AC و DC را دارد. این آمپرمترها غالباً قادر به اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DC و همچنین سنجش اندازه‌ی مقاومت‌ها نیز می‌باشند. وقتی سرسیم‌های مجهز به گیره‌ی

ویژه‌ی سـنجش جریان، به ترمینال‌های مالتی‌متر متصل می‌شـوند، دسـتگاه مزبـور تبدیل به یک آمپرمتر گیره‌ای می‌شـود. این جور مالتی‌مترها که قابلیت اتصال به سرسـیم‌های ویژه‌ی یاد شـده را دارنـد نیـز در دو مدل تولید می‌گردند. نمونـه‌ی ارزان‌قیمت‌تر فقط توانایی سـنجش جریان‌های AC را دارد درحالی‌کـه نمونـه‌ی مرغوب‌تر، قابلیت اندازه‌گیری هر دو جریان AC را DC را دارا می‌باشـد. همانطوری که بالاتر هم اشاره شد، برای سنجش شدت‌جریان مدار به کمک یک مالتی‌متر معمولی، باید قسـمتی از مدار را قطع‌کرده و مالتی‌متر را به صورت سـری، در آن قرار داد. در حالت اخیر یعنی سـنجش شـدت‌جریان با مالتی‌مترهای معمولی باید توجه داشت که دسـتگاه‌های ارزان‌قیمت‌تر فقط قابلیـت سـنجش جریان‌های DC را دارند درحالی‌که برای اندازه‌گیـری جریان‌های AC و DC باید از مدل‌های مرغوب‌تر و گران‌قیمت‌تر بهره گرفت.

مهم‌ترین مزیت دو نمونه‌ی اول یعنی آمپرمترهای گیره‌ای و مالتی‌مترهای مجهز به سرسیم‌های گیـره‌ای ویژه آن اسـت که برای سـنجش جریـان به کمک آن‌هـا، نیازی به قطع‌کـردن موقت مدار نمی‌باشد که این، خود، از نظر ایمنی، ویژگی بسیار مهمی تلقی می‌شود. از هر دو نمونه می‌توان برای سنجش جریانات کمتر از ۱ آمپر تا حدود ۱۰۰۰ آمپر سود جست هرچند که با بهره‌گیری از آمپرمترهای گیره‌ای می‌توان جریانات تا ۳۰۰۰ آمپر را نیز اندازه‌گیری نمود. مزیت اصلی مالتی‌متر با سرسـیم‌های ویژه‌ی سـنجش جریان نسـبت به آمپرمترهای گیره‌ای در رابطه با اندازه‌گیری شدت جریان آن است کـه در نمونه‌ی اول (یعنی مالتی‌متر با سرسـیم‌های ویژه‌ی گیـره‌ای)، قابلیت‌هایی همچون وضعیت ضبط «حداقل ـ حداکثر»، وضعیت «نسـبی» و نمایش کمیت قرائت‌شـده به صورت «نمودار میله‌ای» نیز پیش‌بینی شده‌است. توانایی‌های اضافی ذکر شده، در موقع انجام عیب‌یابی‌های مختلف، کارآیی‌های خود را نشـان داده و غالباً بسـیار مفید فایده می‌باشـند. اخیراً مالتی‌مترهایی به بازار عرضه شده‌اند که ولتاژهای rms، و به تبع آن‌ها، جریان‌های مؤثر را نیز می‌سنجند.

از قسمت سنجش جریان مالتی‌مترهای معمولی، غالباً برای اندازه‌گیری جریانات کمتر از ۱۰ آمپر سود می‌جویند. بیشترین جریان قابل اندازه‌گیری این دستگاه‌ها به وسیله شاخص سلکتور و قرارگیری آن در مقابل رِنج‌های A یا mA ـ μA انتخاب می‌گردد. هرچند که با جابه‌جایی سر فیش نَر سیم قرمز دسـتگاه و قـراردادن آن در ترمینال ویژه‌ی ۱۰ آمپری یا ۴۰۰ میلی‌آمپـری می‌توان از رِنج‌های مزبور هم سـود جسـت. تجاوز از جریان مجاز قید شده بر روی حاشـیه‌ی ترمینال ویژه سنجش جریان‌های بالا، ممکن اسـت به صدمه‌دیدن کاربَر منجر شـده و در نمونه‌هایی که مدار سنجش جریان دستگاه، فاقد فیوز باشـد، مدارات داخلی یا کل دسـتگاه را با آسـیب جدی مواجه سـازد و بالاخره در مدل‌های فیوزدار، به سوختن فیوز منجر گردد. اکثر مالتی‌مترها، معمولاً، دو ترمینال سنجش جریان دارند یکی برای اندازه‌گیری جریانات کم (غالباً تا ۴۰۰ میلی‌آمپر) و دیگری برای جریان‌های شدیدتر تا ۱۰ آمپر. استفاده‌ی از این مالتی‌مترها برای سنجش شدت جریان‌های قابل توجه، به مواردی منحصر می‌شود کـه تعمیـرکار بداند جریـان جاری در مدار کمتـر از ۱۰ آمپر بوده و ضمناً، قطع‌کردن مدار به سـهولت صورت پذیرفته و انجام آن، دشوار نباشد.

احتیاط: در موقع اندازه‌گیری شدت جریان با روش قطع مدار باید توجه داشت که چون آزمایش در حالت برقدار بودن مدار یا قطعه صورت می‌پذیرد، به این لحاظ تعمیرکار باید نکات ایمنی را رعایت کرده و توجه داشته باشد که هیچ قسمت از بدنش با قسمت‌های فلزی و هادی مدار و مالتی‌متر تماس پیدا نکنند.

معمولا استفاده از آمپرمترهای گیره‌ای یا مالتی‌مترهای مجهز به سرسیم‌های ویژه‌ی سنجش جریان، ارجح‌تر از نمونه سوم می‌باشند. به‌هرحال و درصورتی‌که بهره‌گیری از دو نمونه‌ی اول میسر نبوده و تعمیرکار به استفاده از مالتی‌متر معمولی و قراردادن سری آن در مدار اجبار داشته باشد، باید نهایت دقت را معمول نمود تا به کاربَر و همچنین دستگاه مورد استفاده، صدمه‌ای وارد نیاید.

در هنگام اندازه‌گیری شدت جریان مدارها، توجه داشته باشید که فیوزها یا مدارشکن‌ها (کلیدهای قدرت)، به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرند. در این صورت طبیعی است که وقتی فیوزی سوخته یا مدارشکنی قطع کرده باشد، هیچ جریانی در مدار جاری نخواهد شد. اگر با روشن‌کردن کلید دستگاه، ملاحظه کردید که هیچ جریانی از مدار نمی‌گذرد، قبل از هرچیز وضعیت فیوز یا کلید را بررسی نمایید. همانگونه که در قسمت تست پیوستگی نیز توضیح داده شد، برای بررسی وضعیت این قطعات، حتما ابتدا برق مدار را قطع کنید.

آزمایش فیوزهای مالتی‌متر

اکثر مالتی‌مترهای دیجیتالی فیوزهایی دارند که قسمتی از مدار سنجش شدت جریان را تشکیل می‌دهند. وجود این فیوزها در بسیاری از موارد، جلوی آسیب‌های احتمالی وارد به کاربَر و دستگاه را می‌گیرند. همیشه قبل از انجام آزمایشات مربوط به سنجش شدت جریان، باید از وضعیت این فیوزها اطلاع پیدا کرد. در صورتی که فیوز یا فیوزهای مالتی‌متری سوخته باشند، حتی اگر در مدار جریانی وجود داشته باشد، بدیهی است که دستگاه قادر به اندازه‌گیری و نمایش آن نخواهد بود.

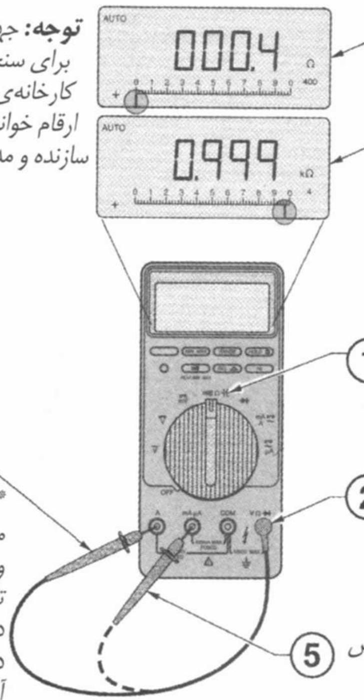
بسیاری از سازندگان مالتی‌متر برای تست فیوزهای دستگاه راهکار خاصی را پیشنهاد می‌کنند. درصورتی که چنین دستورالعملی در دسترس نباشد، یکی از راهکارهای عملی برای تست فیوز دستگاه آن است که مالتی‌متر تنظیم شده برای سنجش شدت جریان را در مدار شناخته شده‌ای که جریان ناچیزی از آن عبور می‌کند قرار داد. در شکل ۸-۶، مراحل پیشنهادی تست فیوز یک کارخانه‌ی سازنده را مشاهده می‌کنید.

۱- شاخص سلکتور را بر روی محدوده‌ی سنجش مقاومت قرار دهید.

۲- سرفیش نَر سیم قرمز دستگاه را به ترمینال «ولتاژ» متصل کنید.

۳- نوک سرسیم قرمز را به ترمینال سنجش شدت جریان‌های بالا (A) وصل کنید. چون نوک سرسیم نازک‌تر از ترمینال مزبور است، آن را آنقدر در ترمینال (A) تکان دهید یا به لبه‌ی ترمینال بچسبانید تا عددی بر روی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر شود.

تست‌کردن فیوزهای مالتی‌متر



شکل ۸ـ۶: قبل از سنجش شدت جریان، فیوزهای مالتی‌متر را تست کنید.

۴- معمولاً رقمی در حدود صفر الی ۰/۵ اُهم قرائت می‌شود. رقم دقیق و قابل قبول قرائت‌شده، به سازنده‌ی مالتی‌متر بستگی دارد. در این حالت اگر نماد OL بر روی صفحه ظاهر شد، فیوز را عوض کرده و آزمایش را تکرار کنید. به‌هر شکل اگر عدد نشان داده شده چیزی غیر از ارقام ذکر شده‌ی بالا بود، یکبار دیگر هم کتابچه‌ی مالتی‌متر را بازبینی کرده و درصورت مغایرت، دستگاه را برای سرویس به سازنده ارجاع دهید.

۵- نوک سرسیم قرمز را به ترمینال سنجش جریان‌های کم مالتی‌متر، (mA-μA) اتصال دهید. این بار هم نوک سرسیم قرمز را آنقدر در ترمینال مربوطه جابجا کنید که عددی قرائت شود.

۶- معمولاً باید رقمی در حدود ۰/۹۹۵ الی ۱/۰۰۰۵ کیلو اُهم نمایش داده شود. عدد دقیق مجاز به مدل دستگاه و کارخانه‌ی سازنده بستگی دارد. به‌هرحال برای اطلاع از رقم صحیح قابل قبول، کتابچه‌ی راهنمای دستگاه را بخوانید. در صورتی که نماد OL بر روی صفحه ظاهر شد، فیوز را تعویض کرده و آزمایش را تکرار کنید. در هر صورت اگر رقم قرائت شده سئوال برانگیز و غیر قابل قبول به نظرتان رسید، یکبار دیگر کتابچه‌ی دستگاه را مطالعه کرده و نهایتاً آن را برای انجام سرویس، به شرکت سازنده، ارجاع دهید.

مراحل سنجش شدت جریان با آمپرمترهای گیره‌ای

این دستگاه‌ها با استفاده از بزرگی میدان مغناطیسی موجود در اطراف سیم‌های حامل برق، شدت جریان جاری در آن‌ها را اندازه می‌گیرند. در انجام این آزمایش باید دقت کرد که آمپرمتر تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی متفرقه‌ی موجود در نزدیکی محل اندازه‌گیری واقع نشود. لذا تا حد امکان سعی کنید وقتی مشغول اندازه‌گیری شدت جریان یک سیم هستید، سیم یا سیم‌های برقدار مجاور را با هر وسیله‌ی عایق در دسترس، حدود ۱۰ سانتی‌متر از آن دور کنید. درصورتی که سیم‌ها در جایی ثابت شده‌اند و امکان جابه‌جایی مقدور نیست، لااقل سعی کنید شدت جریان یک سیم واحد را در چند نقطه‌ی مختلف از طول آن سنجیده و آزمایش را در چند نوبت تکرار کنید.

سنجش جریانات AC یا DC با آمپرمترهای گیره‌ای یا مالتی‌مترهای مجهز به سرسیم‌های گیره‌ای از مراحل استاندارد خاصی پیروی می‌کند (شکل ۸-۷):

۱- در اولین قدم AC یا DC بودن جریان مورد آزمایش را مشخص کنید.

۲- متناسب با ماهیت جریان مورد نظر، از یک آمپرمتر AC یا DC استفاده کنید. اگر حدس می‌زنید که در خلال آزمایش ممکن است با هر دو نوع جریان‌های AC و DC مواجه شوید، آمپرمتری انتخاب نمایید که توانایی سنجش هر دو نوع جریانات AC و DC را داشته باشد.

۳- قبل از اتصال مالتی‌متر به مدار، مطمئن شوید که مشخصات قسمت سنجش جریان دستگاه انتخابی و رِنج آن به گونه‌ای است که از حدود جریان مورد آزمایش بیشتر است. اگر چنین نیست از سرسیم‌های ویژه‌ی با آمپراژ بالاتر استفاده نموده و یا کل دستگاه را عوض کرده و نمونه‌ای را به کار ببرید که توانایی سنجش چنان جریان بالایی را داشته باشد. درصورتی که آمپرمتر مورد استفاده به یک یا چند فیوز مجهز است، آن‌ها را آزمایش کرده و از سلامت فیوزها اطمینان حاصل کنید.

۴- شاخص سلکتور را بر روی رِنج سنجش جریان مناسب مثل ۶۰۰A، ۲۰۰A، ۱۰A، ۴۰۰mA و غیره قرار دهید. درصورتی که بیش از یک حق انتخاب دارید و همچنین اگر از حدود تقریبی جریان مورد سنجش بی اطلاعید، در وهله‌ی اول حتما از بالاترین رِنج ممکن استفاده نمایید.

۵- در صورت لزوم، سرسیم‌های آزمایشی مجهز به گیره را به ترمینال‌های مالتی‌متر اتصال دهید. سرفیش نَر سیم مشکی به ترمینال مشترک متصل می‌شود. درمورد این‌گونه سرسیم‌های گیره‌ای که یک جریان خروجی ایجاد می‌کنند، سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال mA اتصال دهید. در نمونه‌هایی که خروجی این سرسیم‌های‌شان، ولتاژ است، سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال ولتاژ مربوط سازید. مدل‌هایی که خروجی سرسیم قرمزشان، جریان است، برای سنجش جریان‌های AC طراحی شده‌اند و میزان خروجی مزبور به ازای هر آمپر از جریان سنجیده شده، ۱ میلی‌آمپر است. دستگاه‌هایی که خروجی سرسیم قرمزشان ولتاژ است طوری طراحی گردیده‌اند که با عبور ۱ آمپر جریان از مدار، ۱، ۱۰ و یا ۱۰۰ میلی ولت را به مالتی‌متر انتقال می‌دهند که به ترتیب معادل ۱ میلی ولت بر آمپر، ۱۰ میلی ولت بر آمپر و یا ۱۰۰ میلی ولت بر آمپر می‌باشند.

سنجش شدت‌جریان با آمپرمتر گیره‌ای



مالتی‌متر با سرسیم گیره‌ای ویژه برای سنجش جریانات AC و DC

شکل ۸ـ۷: آمپرمترهای گیره‌ای با استفاده از شدت میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم‌های حامل برق، میزان شدت جریان جاری در مدار را می‌سنجند.

۶- با فشاردادن ضامن جانبی گیره، فک‌ها را باز کنید.

۷- یکی از سیم‌ها را وارد فک‌ها کرده و ضامن را رها کنید تا گیره، سیم را در خود بگیرد. قبل از شروع قرائت مطمئن شوید که فک‌ها به درستی به دور سیم حلقه زده باشند.

۸- از روی صفحه‌ی نمایش، جریان جاری در مدار را قرائت کنید.



شکل ۸ـ۸: برای سنجش شدت جریان باید فک‌های مالتی‌متر گیره‌ای را به دور یکی از سیم‌های مدار حلقه کرد.

مراحل سنجش شدت جریان با روش قطع مدار

قبـل از هرچیز، در این روش اندازه‌گیری جریانات AC یـا DC، باید نهایت دقت را برای حفاظت جان کاربَر و در وهله‌ی بعدی، مدار و مالتی‌متر معمول نمود.

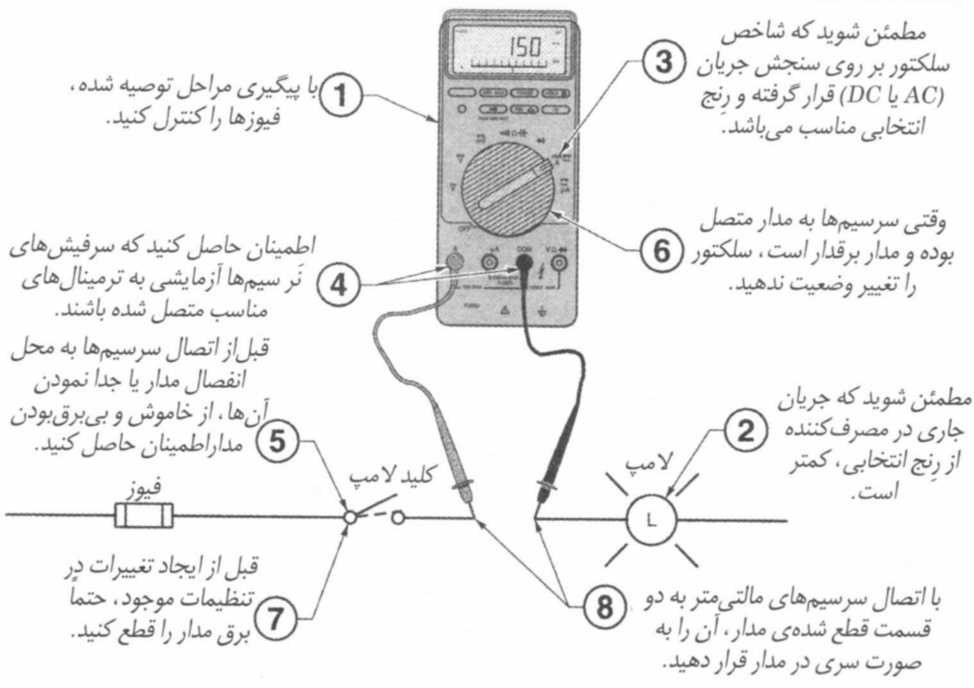
__احتیاط:__ در مدارات فشار قوی و آمپرهای بالا، بهتر است از این روش سنجش استفاده نکرده و اندازه‌گیری‌های لازم را به کمک یک آمپرمتر گیره‌ای و یا مالتی‌متری که به سرسیم‌های ویژه گیره‌ای مجهز اسـت.انجام داد چون برای استفاده از مالتی‌مترهای معمولی، باید قسمتی از مدار را قطع کرده و دسـتگاه را به صورت سـری در مدار قرار داد و با توجه به بالا بودن آمپراژ مدار، احتمال تولید جرقه‌های شدید و ولتاژهای گذرای لحظه‌ای و آسیب‌رسیدن به کاربَر و مالتی‌متر بسیار زیاد خواهد بود.

در هنگام اندازه‌گیری جریانات AC یا DCی قابل توجه، رعایت نکات ایمنی را فراموش نکنید. در ادامه به برخی از این موارد اشاره شده است (شکل ۸-۹).

۱- با استفاده از مراحل توصیه‌شده، فیوز دستگاه را کنترل کنید.

۲- اطمینان حاصل کنید که جریان مورد تست، از حد مجاز آمپرمتر، کمتر می‌باشد. در صورتی که میزان جریان بر شما پوشیده است، در وهله‌ی اول حتماً از بالاترین رِنج ممکن استفاده نمایید. اگر احساس می‌کنید که جریان مورد آزمایش فراتر از حد مجاز مالتی‌متر مورد استفاده است، یا از یک آمپرمتر گیره‌ای استفاده کنید و یا انجام آزمایش را متوقف سازید.

سنجش جریان با روش قطع مدار



شکل ۸ـ۹: در موقع سنجش جریان با روش قطع مدار، نکات ایمنی را رعایت کنید تا به کاربَر، دستگاه و مدار موردنظر، آسیبی نرسد.

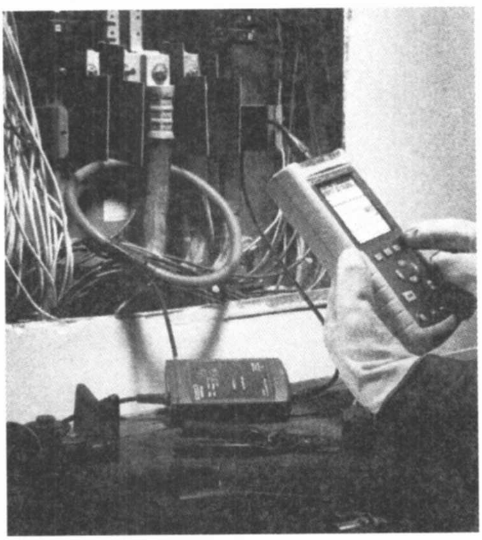
۳- با توجه به ماهیت جریان مورد آزمایش (AC یا DC) مطمئن شوید که شاخص سلکتور را در جای مناسب قرار داده‌اید. اکثر مالتی‌مترها بیش از یک رِنج سنجش جریان دارند (مثلاً آمپر، μA ـ mA).

۴- اطمینان حاصل کنید که سرسیم‌های مالتی‌متر را به ترمینال‌های مناسب اندازه‌گیری جریان در روی پانل دستگاه وصل کرده‌اید. اکثر دستگاه‌ها، برای این کار، دو ترمینال را پیش‌بینی می‌کنند.

احتیاط: همیشه از مقایسه‌ی محل شاخص سلکتور و محل اتصال سرسیم‌ها به مالتی‌متر، از مناسب بودن نحوه‌ی اتصال‌دهی اطمینان حاصل نمایید. فراموش نکنید که اگر سرسیم‌های متصل به ترمینال‌های سنجش جریان را برای اندازه‌گیری ولتاژ یا میزان مقاومت، به کار ببرید، مالتی‌متر آسیب خواهد دید. بسیاری از مالتی‌مترها به مدار هشداردهنده‌ای مجهزند که درصورتی که سرسیم‌های آزمایشی به ترمینال‌های سنجش جریان وصل شده ولی شاخص سلکتور در مقابل محدوده‌ی دیگری مثلاً سنجش ولتاژ یا مقاومت قرار گیرد، از خود بوق هشداردهنده‌ی پیوسته‌ای را منتشر می‌سازند.

۵- قبل از اتصال دادن یا جدا کردن سرسیم‌های آزمایشی از مدار، حتماً از خاموش بودن برق آن اطمینان حاصل کنید. اگر شک کردید حتما قبل از وصل‌کردن سرسیم‌های آزمایشی به نقاط موردنظر، ولتاژ آن نقاط را اندازه بگیرید تا از قطع بودن برق مدار مطمئن شوید.

۶- وقتی برق مدار تحت آزمایش را وصل کردید، سلکتور آمپرمتر را تغییر وضعیت ندهید.



شکل ۸ـ۱۰: با وجود یک سرسیم آزمایشی ویژه‌ی سنجش جریان قابل انعطاف، می‌توان بدون نیاز به قطع‌کردن قسمتی از مدار، جریان جاری در آن را اندازه گرفت.

۷- قبل از ایجاد هرگونه تغییر در وضعیت مدار و آمپرمتر، برق مدار را قطع کنید.

۸- آمپرمتر را به صورت سری به بار یا مصرف‌کننده‌ای که هدف سنجش جریان جاری در آن است، وصل کنید. هرگز آمپرمتر را به صورت موازی به مصرف‌کننده متصل نسازید (کاری که برای سنجش ولتاژ انجام می‌دهید).

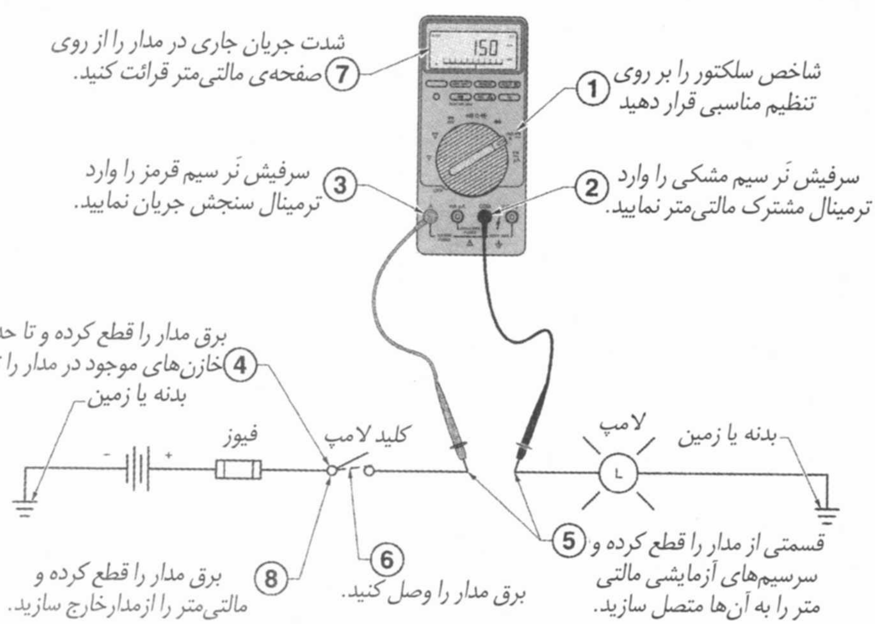
بسیاری از مالتی‌مترهای دیجیتالی، در هر مدار سنجش شدت جریان خود، فیوزی دارند که در

صورت عبور جریان بیش از حد مجاز، عمل کرده و از دستگاه محافظت می‌کند. همیشه قبل از استفاده از مالتی‌متر، تحقیق کنید و ببینید که آیا دستگاه مورد استفاده، در مدار سنجش جریان خود، فیوزی دارد یا خیر؟ معمولاً پاسخ به این پرسش را می‌توان در حاشیه‌ی ترمینال‌های سنجش جریان یافت و به فیوز داشتن یا نداشتن دستگاه، در این قسمت اشاره می‌شود. اکثر اوقات استفاده از مالتی‌مترهای فاقد فیوز در قسمت سنجش جریان، که با قطع ناحیه‌ای از مدار، در مدار قرار گرفته و قسمتی از آن را تشکیل می‌دهند، توصیه نمی‌شود. روش استفاده از مالتی‌مترهای دیجیتالی معمولی در سنجش جریان‌های AC یا DC را در شکل ۸-۱۱ ملاحظه می‌کنید.

> **احتیاط:** *در موقع سنجش شدت جریان دقت کنید که هیچ قسمت از بدن‌تان با قسمت‌های فلزی مدار و نوک سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر، تماس پیدا نکنند.*

۱- با استفاده از شاخص سلکتور، وضعیت مناسبی برای سنجش جریان‌های AC یا DC و همچنین تراز مجازی را برای این کار انتخاب کنید (A یا mAμA). در صورتی که مالتی‌متر در این محدوده‌ی خود از چند رِنج مختلف سود می‌برد، در وهله‌ی اول بالاترین رِنج ممکن را برگزینید.

سنجش جریان با روش قطع مدار



شکل ۸-۱۱: در روش سنجش شدت جریان با آمپرمتر که با قطع قسمتی از مدار همراه می‌شود، دستگاه، جزئی از مدار مورد آزمایش تلقی می‌گردد.

۲- سرفیش نَر سیم مشکی مالتی‌متر را به ترمینال مشترک دستگاه اتصال دهید.

۳- سرفیش نَر سیم قرمز مالتی‌متر را به ترمینال سنجش جریان که با A یا mAµA مشخص گردیده، متصل سازید.

۴- برق مدار را قطع کرده و بار خازن‌های موجود در مدار را تا حد امکان تخلیه نمایید.

۵- قسمتی از مدار، که هدف سنجش شدت جریان جاری در آن است را قطع کرده و سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر را به آن نقاط اتصال دهید. اگر هدف، سنجش جریان DC است، سرسیم مشکی مالتی‌متر را به قسمت قطع شده‌ای از مدار که به قطب منفی باتری یا منبع مولد ولتاژ متصل است، ارتباط داده و سرسیم قرمز را به سمت مثبت آن مربوط سازید. درصورتی‌که به هر علتی، درجلوی عدد ظاهر شده بر روی صفحه‌ی مالتی‌متر، یک علامت منفی مشاهده کردید، جای سرسیم‌ها را با هم جابه‌جا کنید.

۶- برق مدار را وصل کنید.

۷- شدت جریان جاری در مدار را از روی صفحه، قرائت کنید.

۸- برق مدار را قطع کنید، آمپرمتر را از مدار خارج و نقاط قطع‌شده‌ی مدار را مجدداً به هم اتصال دهید تا عملکرد عادی مدار با مشکل روبه‌رو نشود.

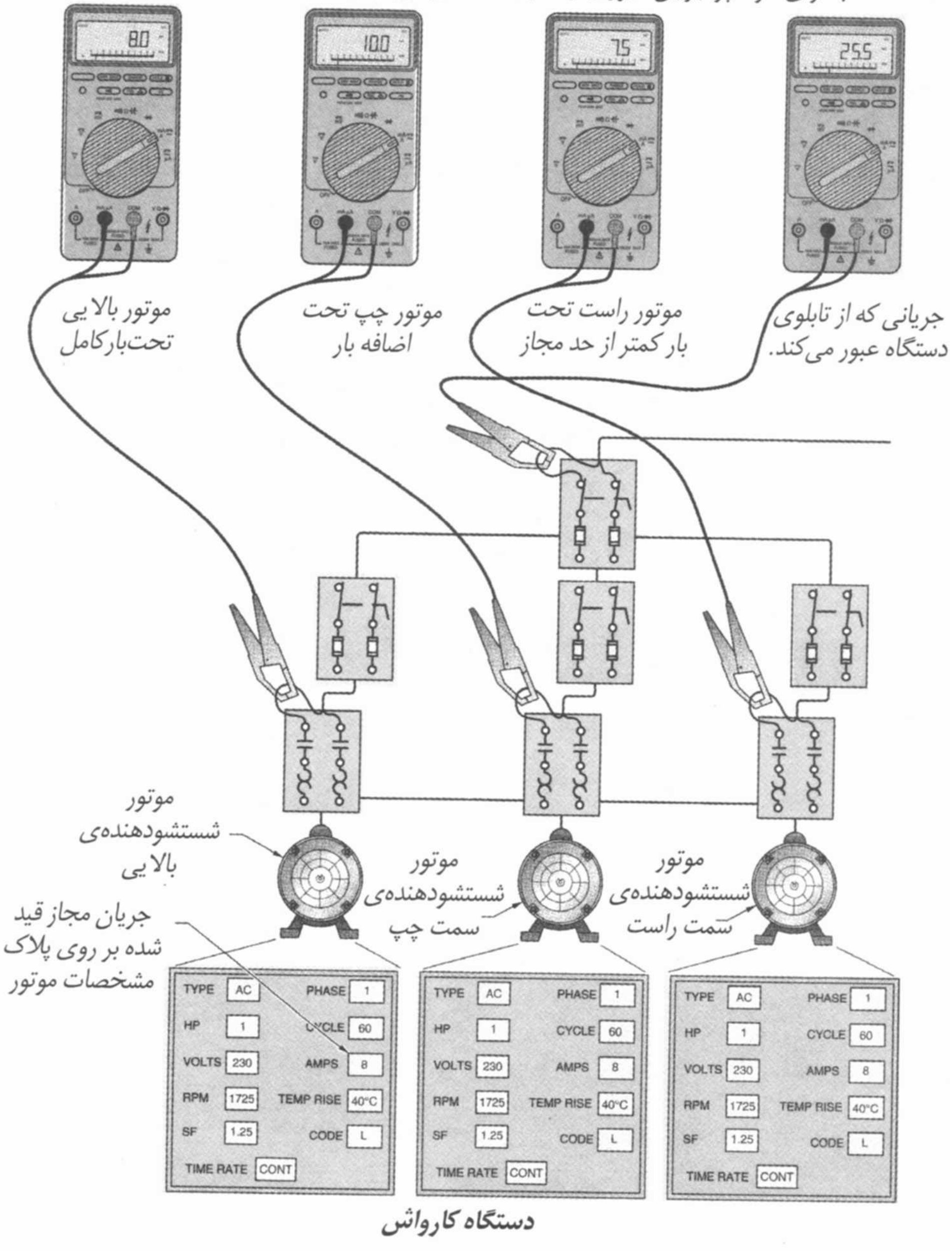
تجزیه و تحلیل شدت جریان سنجیده شده

در هنگام عیب‌یابی، دانستن میزان شدت جریان یک سیستم، یک قطعه، یک مدار و حتی قسمتی از یک مدار، حائز اهمیت فراوانی است. برای مثال، جهت اطلاع از وضعیت عملکرد یک موتور الکتریکی باید شدت جریان قرائت شده به توسط مالتی‌متر را با میزان اسمی آن که بر روی پلاک مشخصات موتور قید می‌شود، مقایسه نمود (شکل ۸-۱۲).

فرض کنید موتور شستشودهنده‌ی بالایی در سیستم کارواش شکل مزبور، ۸ آمپر برق می‌کشد و با تمام ظرفیت مشغول کار است. وقتی موتوری مثل موتور سمت چپ این سیستم جریانی بکشد که فراتر از حد مجاز قید شده بر روی پلاک مشخصات آن باشد، می‌گویند موتور مزبور تحت اضافه‌بار قرار دارد و درصورتی که مثل نمونه‌ی سمت راست، جریانی که از آن عبور می‌کند، کمتر از میزان قید شده بر روی پلاک مشخصات آن باشد، می‌گویند موتور مزبور تحت بار کمتر از حد مجاز است. در این صورت و با سنجش شدت جریان موتورها و مقایسه‌ی ارقام قرائت شده با پلاک مشخصات آن‌ها، برای رفع عیب می‌توان از بار اعمال‌شده به آن‌ها کاست و یا موتور مزبور را با یک نمونه‌ی قوی‌تر تعویض نمود. پس از اندازه‌گیری شدت جریان مصرفی هرکدام از موتورها و برای اطمینان از عدم وجود برق دزدی یا اتصالی در سیستم، می‌توان کل جریان مصرفی مدار را نیز اندازه‌گیری کرده و با مجموع ارقام به دست آمده از تک‌تک موتورها، مقایسه نمود.

تجزیه و تحلیل شدت‌جریان‌های سنجیده شده

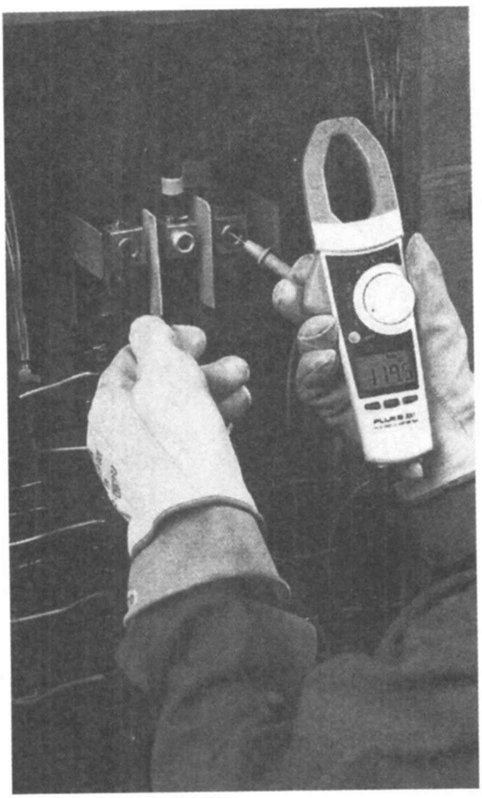
* به ازای هر آمپر جریان عبوری از مدار، یک میلی‌آمپر بر روی صفحه نشان داده می‌شود.



شکل ۸ـ۱۲: هنگام تست‌کردن شرایط عملکرد موتورهای الکتریکی نصب شده در سیستم‌های مختلف، باید شدت جریان جاری در آن‌ها را سنجید.

غالباً، عبور جریان بیش از حد مجاز به مشکلات عدیده‌ی دیگری هم دامن می‌زند. برای مثال، عبور جریان‌های بالاتر از حد مجاز، با گرم‌شدن بیشتر بدنه‌ی دستگاه همراه شده و عایق سیم‌های لاکی را از بین برده و همچنین به قطعات ثابت و متحرک موتور نیز آسیب می‌رساند و در اثر ذوب و از بین رفتن گریس و مواد روانساز بلبرنیگ‌ها و یاتاقان‌ها موجبات خرابی آن‌ها را فراهم می‌سازد.

یکی از مهم‌ترین دلایل خرابی و ایجاد اشکال در ترانزیستورها، آی‌سی ها و دیگر قطعات الکترونیکی حالت جامد، همین افزایش دما است. به این لحاظ توصیه می‌شود که برای کسب بیشترین بازدهی در سیستم‌های مختلف، سنجش شدت جریان در دو مرحله صورت پذیرد، یکی اولین باری که دستگاه نصب و تنظیم می‌گردد و در دفعات بعدی، در هنگام کار معمولی آن. در این صورت و با ثبت‌کردن شدت جریان‌های مزبور، در آینده و به مجرد ایجاد اشکال در سیستم، با مقایسه ارقام به دست آمده می‌توان به سرعت به محل و نوع اِشکال پی برد.



شکل ۸ـ۱۳: در هنگام عیب‌یابی و سنجش شدت جریان‌های قسمت‌های مختلف مدار یک دستگاه معیوب، یکی از کمیاتی که حتما باید مورد بازبینی تعمیرکار واقع شود، ولتاژ ACی داده شده به ورودی دستگاه است چون اگر این ورودی با آنچه که در پلاک مشخصات دستگاه قید شده مغایرت داشته باشد، طبیعتاً جریان قرائت شده نیز با مقادیر قابل انتظار همخوانی نخواهد داشت.

فصل نهم

قانون اُهم و فرمول توان

قانون اُهم

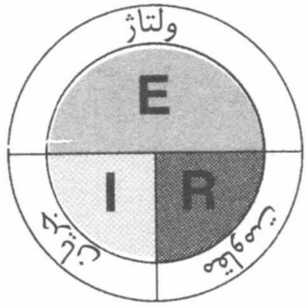
قانون اُهم، رابطه‌ای است که بین ولتاژ (E)، جریان (I) و مقاومت (R) یک مدار برقرار می‌باشد. طبق این قانون، جریان جاری در یک مدار با ولتاژ آن رابطه‌ی مستقیم و با مقاومتش رابطه‌ی معکوس دارد. درصورتی‌که مقاومت یک مدار ثابت فرض شود، هرگونه تغییر در اندازه‌ی جریان، مستقیماً به ایجاد تغییرات در ولتاژ آن منجر می‌شود. درصورتی‌که ولتاژ مدار ثابت باقی بماند، با کاهش مقاومت، شدت جریان افزایش یافته و با افزایش مقاومت، شدت جریان کاهش می‌یابد. با استفاده از این قانون و با داشتن دو پارامتر از سه پارامتر یاد شده می‌توان سومی را محاسبه نمود. نمایشی از قانون اُهم که رابطه‌ی بین ولتاژ، جریان و مقاومت یک مدار را نشان می‌دهد، در شکل ۹-۱ به تصویر کشیده شده است.

استفاده از قانون اُهم

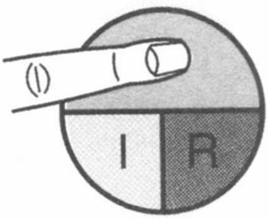
از این قانون می‌توان برای محاسبه‌ی ولتاژ، جریان یا مقاومت موردنیاز مدار در هنگام طراحی آن استفاده نموده و همچنین برای تخمین و پیشگویی مقادیر هر یک از آن‌ها قبل از وصل‌کردن برق مدار، بهره گرفت. برای مثال، یک المنت گرمایی با مقاومت ثابت ۴ اُهم که به یک منبع تغذیه‌ی قابل تنظیم صفر تا ۲۴ ولت متصل شده را در نظر بگیرید (شکل ۹-۲).

شدت جریان جاری در مدار به ازای هر ولتاژ انتخابی را می‌توان با استفاده از قانون اُهم به دست آورد. برای مثال اگر ولتاژ مدار بر روی ۸ ولت تنظیم شود، با در نظر گرفتن مقاومت ۴ اُهمی موجود، شدت‌جریان، حاصل تقسیم ولتاژ به مقاومت یعنی $\frac{۸}{۴}$ یا ۲ آمپر خواهد بود.

قانون اُهم

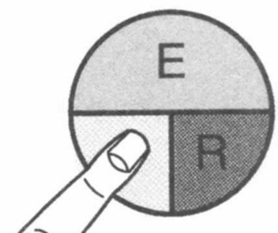


E= ولتاژ برحسب ولت (V)
I= جریان برحسب آمپر (A)
R= مقاومت برحسب اهم (Ω)



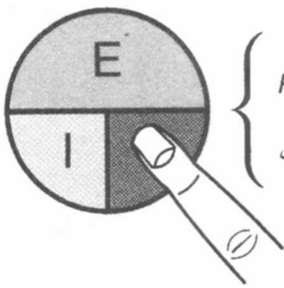
$$E = I \times R$$

مقاومت × جریان = ولتاژ



$$I = \frac{E}{R}$$

$$\text{جریان} = \frac{\text{ولتاژ}}{\text{مقاومت}}$$

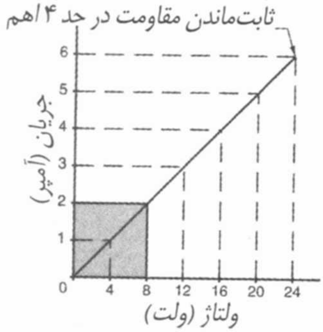


$$R = \frac{E}{I}$$

$$\text{مقاومت} = \frac{\text{ولتاژ}}{\text{جریان}}$$

شکل ۹ـ۱: قانون اُهم رابطه‌ای است که ارتباط بین ولتاژ، جریان و مقاومت یک مدار را مشخص می‌سازد.

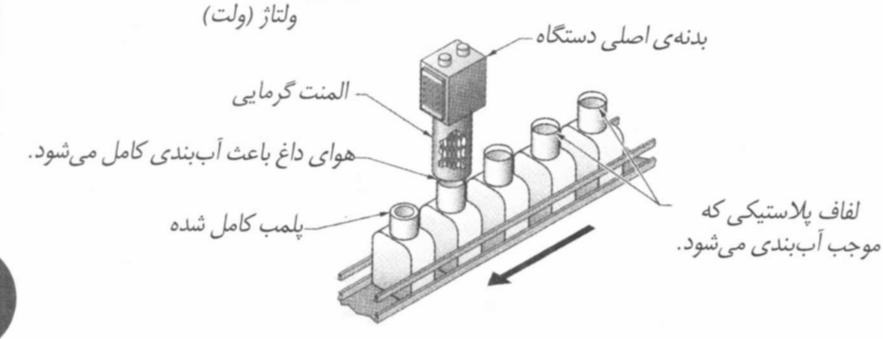
رابطه‌ی بین پارامترهای مدار



افزایش ولتاژ باعث زیادشدن شدت جریان می‌شود.

مقادیر مدار		
آمپر	اُهم	ولت
0	4	0
1	4	4
2	4	8
3	4	12
4	4	16
5	4	20
6	4	24

مقاومت ثابت است

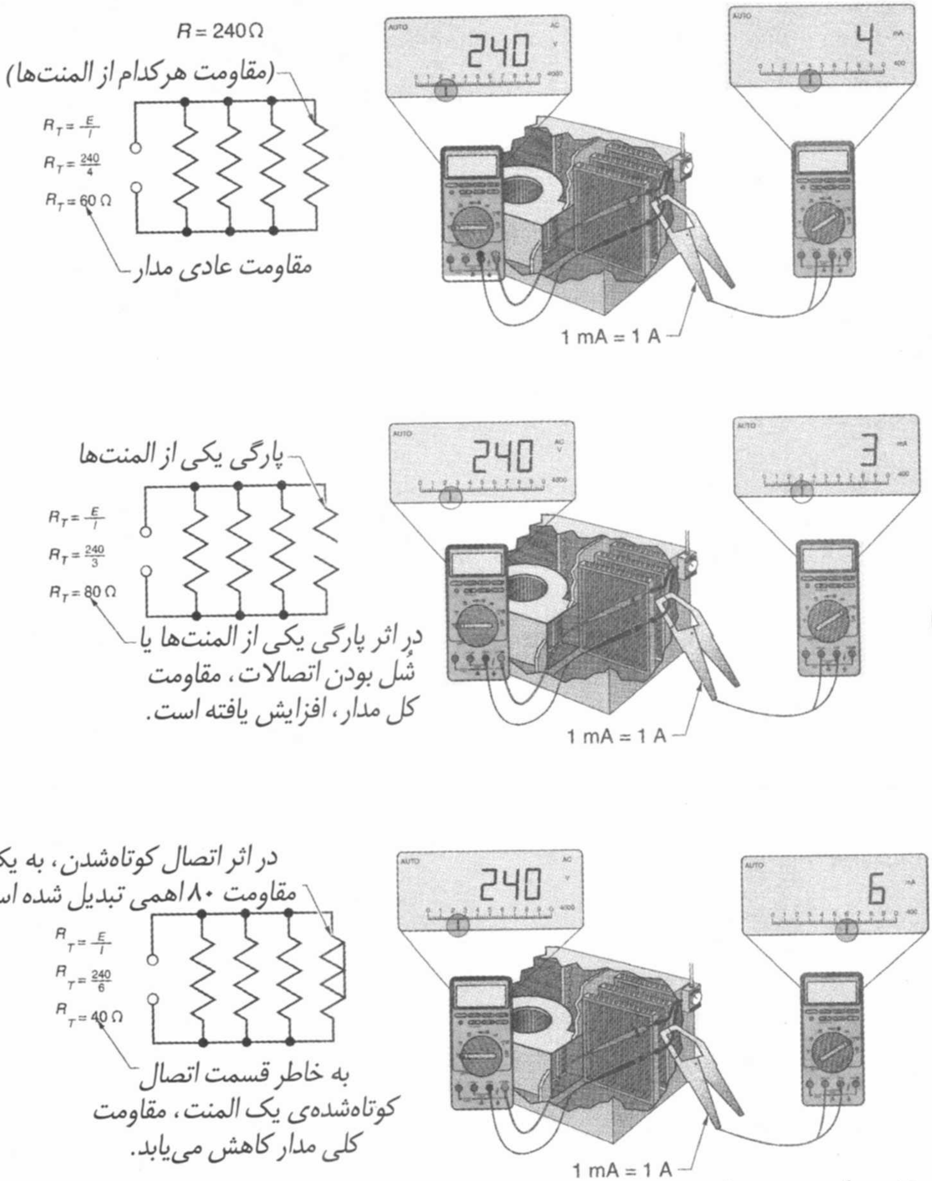


شکل ۹ـ۲: درصورتی‌که مقاومت یک مدار ثابت فرض شود، هرگونه تغییرات در اندازه‌ی شدت جریان، مستقیما به ایجاد تغییر در ولتاژ می‌انجامد.

در هنگام عیب‌یابی، از قانون اُهم استفاده کرده و چگونگی عملکرد مدار در زیر بار را پیش‌بینی می‌کنیم. برای مثال، وقتی قسمتی از عایق سیم‌کشی یک مدار دچار آسیب دیدگی، پارگی یا فرسودگی می‌شود، قرائت یک شدت جریان غیر طبیعی و بیشتر از حد معمول، نشان‌دهنده‌ی آن است که یا مقاومت مدار کاهش یافته و یا ولتاژ آن زیاد شده است. وقتی با مسائل مرتبط با ولتاژ، مثل فرسودگی عایق سیم‌ها و یا ایجاد یک شرایط ولتاژ بالا مواجه می‌شویم، از این اطلاعات استفاده می‌شود. در همان مدار اگر شدت‌جریان از حد طبیعی کمتر باشد، نشانه‌ی افزایش مقاومت مدار و یا کاهش ولتاژ خواهد بود. معمولاً افزایش مقاومت مدار ناشی از اتصالات ضعیف، شُل، خورده شده و یا وجود قطعات فرسوده و معیوب در آن است.

در هنگام عیب‌یابی مداراتی که با مشکل مقاومتی روبه‌رو هستند، یکی از روش‌ها، اندازه‌گیری ولتاژ و شدت‌جریان جاری در مدار است. همانطوری که قبلا هم توضیح داده شد، اندازه‌ی یک مقاومت برقدار را نمی‌توان سنجید و به این لحاظ و با استفاده از قانون اُهم، و ضمن عملکرد طبیعی مدار، شدت جریان و ولتاژ آن را اندازه می‌گیریم (شکل ۹-۳).

قانون اُهم و مقاومت مدار



به ازای هر آمپر، یک میلی آمپر نمایش داده می‌شود.

شکل ۹-۳: با استفاده از قانون اُهم می‌توان با اندازه‌گیری شدت جریان و ولتاژ مدار، اندازه‌ی مقاومت را به دست آورد.

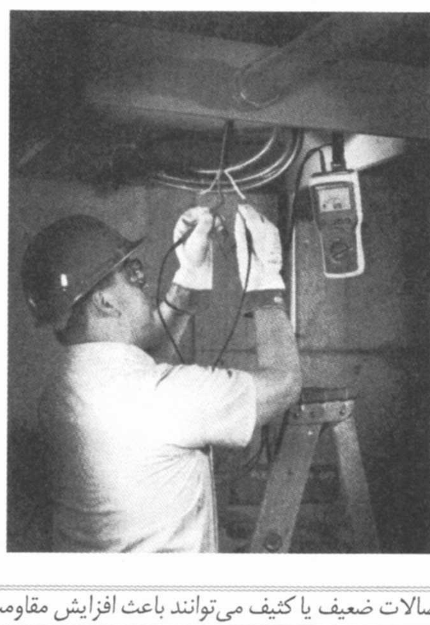
برای مثال در یک بخاری برقی، اندازه‌ی مقاومت المنت‌ها را می‌توان با سنجیدن ولتاژ و شدت جریان مدار و استفاده‌ی از قانون اُهم به دست آورد. مقاومت طبیعی و عادی مدار حاضر ۶۰ اُهم

است (حاصل تقسیم ۲۴۰ به ۴). برای ارزیابی شرایط مدار می‌توان از اندازه‌ی این مقاومت ۶۰ اُهمی استفاده کرد. برای مثال، اگر شدت جریان مدار به جای ۴ آمپر، ۳ آمپر شود، نشانه‌ی این است که مقاومت مدار از ۶۰ اُهم به ۸۰ اُهم افزایش یافته است ($۸۰=\frac{۲۴۰}{۳}$). این افزایش ۲۰ اُهمی در مقاومت کلی مدار می‌تواند ناشی از پارگی و قطع‌شدن یکی از المنت‌ها و یا شل یا کثیف بودن اتصالات آن باشد.

پاره‌شدن یکی از المنت‌ها، مقاومت کل مدار را بالا برده و شدت جریان مدار را کاهش می‌دهد. در صورتی که شدت جریان مدار، به‌جای ۴ آمپر طبیعی آن، ۶ آمپر شود، این نشانه‌ی آن است که مقاومت کل مدار به‌جای ۶۰ اُهم، ۴۰ اُهم شده است ($۴۰=\frac{۲۴۰}{۶}$). در این صورت نقصان ۲۰ اُهمی در مقاومت کل مدار می‌تواند نتیجه‌ی ایجاد اتصال کوتاه در یکی از المنت‌ها و یا فرسودگی عایق‌ها باشد.

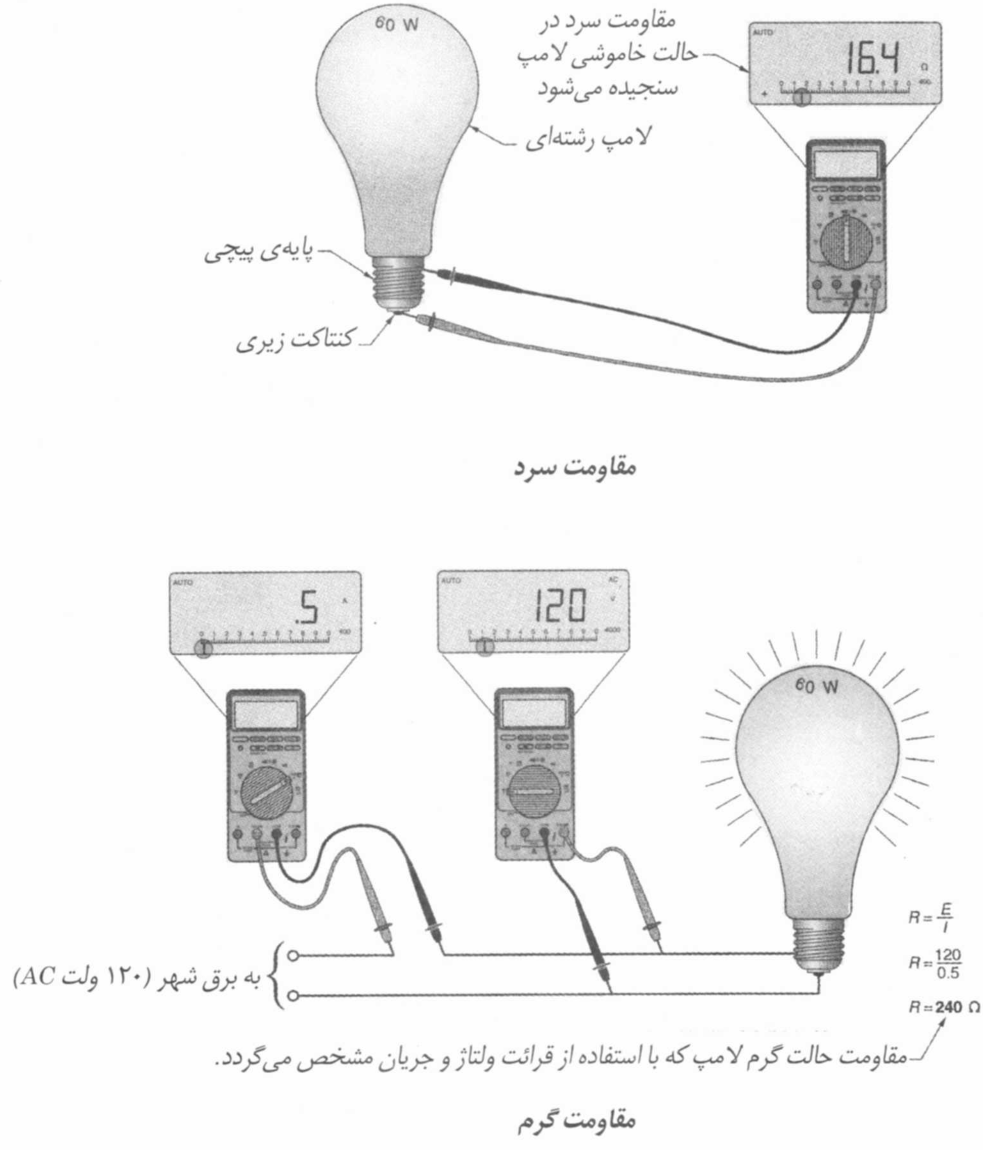
مقاومت‌های سرد و گرم

از آنجایی که هنگام اندازه‌گیری مقاومت‌ها، باید برق مدار را قطع نمود، لذا مقادیر سنجیده شده با مالتی‌متر، معرف اندازه‌ی سرد آن‌ها می‌باشد. مقاومت سرد یک قطعه، مقاومتی است که در هنگام اندازه‌گیری آن، هیچ جریانی از قطعه عبور نمی‌کند. این درحالی است که مقاومت گرم یا مقاومت واقعی یک قطعه، مقاومتی است که قطعه در هنگام عبور جریان از آن، از خود به نمایش می‌گذارد. میزان واقعی شدت جریان جاری در یک مدار را مقاومت گرم قطعه، مشخص می‌سازد. همانطوری که اشاره شد، با مالتی‌متر نمی‌توان مقاومت گرم یک قطعه را سنجید چون در هنگام سنجش مقاومت باید برق مدار را قطع نمود.



شکل ۹ـ۴: *اتصالات ضعیف یا کثیف می‌توانند باعث افزایش مقاومت مدار گردند.*

مقاومت‌های سرد و گرم



شکل ۹ـ۵: در برخی از قطعات و وسایل، مقاومت‌های سرد و گرم با هم یکی نیستند.

اندازه‌ی مقاومت‌های سرد و گرم بسیاری از قطعات با هم یکسان نمی‌باشند. برای مثال، در یک لامپ رشته‌ای معمولی، با روشن‌شدن آن، مقاومتش هم عوض می‌شود.

علت نورافشانی لامپ این است که جریان جاری در مدار، دمای رشته یا فیلامان لامپ را بالا

برده و آن را به تراز نور سـفید[1] می‌رسـاند. در بسـیاری از مواد، با بالا رفتن دما، اندازه‌ی مقاومت هم افزایش می‌یابد. عیب‌یابی کامل و مطمئن، فرآیندی است که در خلال آن، علاوه بر سنجش مقاومت در حالت سرد، با فعال‌کردن مدار و بهره‌گیری از قانون اُهم و سنجش ولتاژ و شدت جریان مدار در زیر بار، مقاومت حالت گرم هم اندازه‌گیری شود (شکل ۹-۵).

فرمول توان

فرمـول تـوان، رابطه‌ی بین توان (P)، ولتاژ (E) و شـدت جریان (I) یک مدار الکتریکی اسـت. وقتی دوتا از این پارامترها مشـخص باشـند، به‌کمک این رابطه می‌توان به سـومی دست یافت. این رابطه را هم مثل قانون اُهم می‌توان به صورت شکل ۹-۶ به تصویر کشید.

استفاده از فرمول توان

از آنجایی‌که در پلاک مشـخصات اکثر لوازم برقی، به ولتاژ ورودی و وات آن‌ها اشـاره می‌شـود، با استفاده از این فرمول می‌توان جریان مورد انتظار جاری در مدار را محاسبه نمود. در بسیاری از دستگاه‌های برقی و به‌خصوص بخاری‌های برقی، توان مجاز دسـتگاه را برحسـب وات یا کیلووات بیان کرده و توان مجاز اکثر موتورهای الکتریکی را برحسب اسب بخار یا اختصاراً اسب (HP) مشخص می‌سازند.

با اسـتفاده از ایـن فرمول همچنین می‌توان قبل از اتصال دسـتگاه یا مدار به بـرق، از خصوصیات مختلف آن اطلاع پیدا کرد. برای مثال، هر سیم مقاومت داری که به برق وصل شود، گرما تولید می‌کند. از این خاصیت سیم‌ها و المنت‌ها، در بخاری برقی، سشوار، تُستر، قوری برقی و وسایل مشابه استفاده می‌شود. در موقع انتخاب المنت این دستگاه‌ها، وات مناسب با کاربرد وسیله‌ی مزبور، مشخص می‌شود. هرچه مقدار گرمای مورد نیاز بیشـتر باشـد، باید از المنتی با وات بالاتر سـود جسـت. وقتی وات المنت مشخص شد، با استفاده از فرمول توان، قادر به محاسبه شدت جریان مدار خواهیم بود.

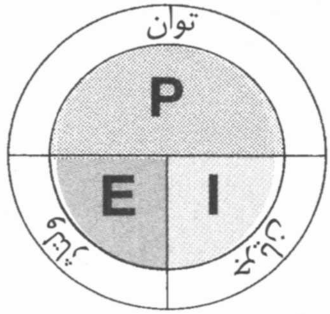
به شـکل ۹-۷ نگاه کنید. برای مثال اگر یک المنت ۲۰۰۰ واتی به یک برق ۱۱۵ ولت AC متصل شود، شدت جریان جاری در مدار معادل ۱۷/۴ آمپر خواهد بود (حاصل تقسیم ۲۰۰۰ بر ۱۱۵). پس از محاسبه‌ی شدت جریان و با استفاده از بروشورهای شرکت‌های مختلف می‌توان سایز سیم‌های لازم و کلید و فیوز مناسب را انتخاب نمود.

تلفیق قانون اُهم و فرمول توان

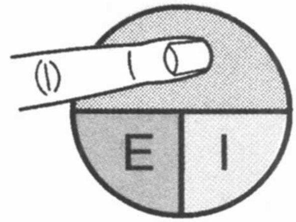
قانـون اُهـم و فرمول توان را می‌توان به نحو دلخواه با یکدیگر تلفیق کرده و هر رابطه‌ی موردنیاز بیـن ولتـاژ (E)، جریـان (I)، مقاومـت (R) و توان (P) را از آن‌ها اسـتخراج نمود. با اسـتفاده از این ترکیبات می‌توان به ۶ فرمول اصلی و ۶ فرمول فرعی دست یافت (شکل ۹-۸).

۱ـ نور سفید نوری است که طول موج آن با طول موج نور تابیده شده از خورشید در اواسط ظهر، قابل مقایسه است.

فرمول توان

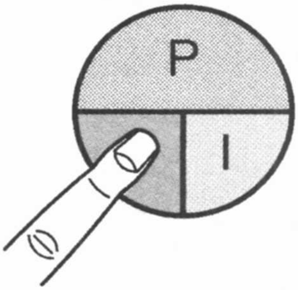


P= توان برحسب وات (W)
E= ولتاژ برحسب ولت (V)
I= جریان برحسب آمپر (A)



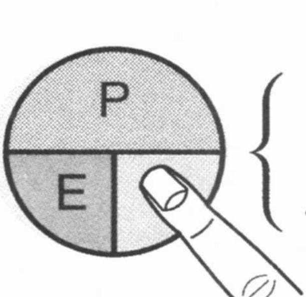
$$P = E \times I$$

توان = ولتاژ × جریان



$$E = \frac{P}{I}$$

ولتاژ = توان / جریان



$$I = \frac{P}{E}$$

جریان = توان / ولتاژ

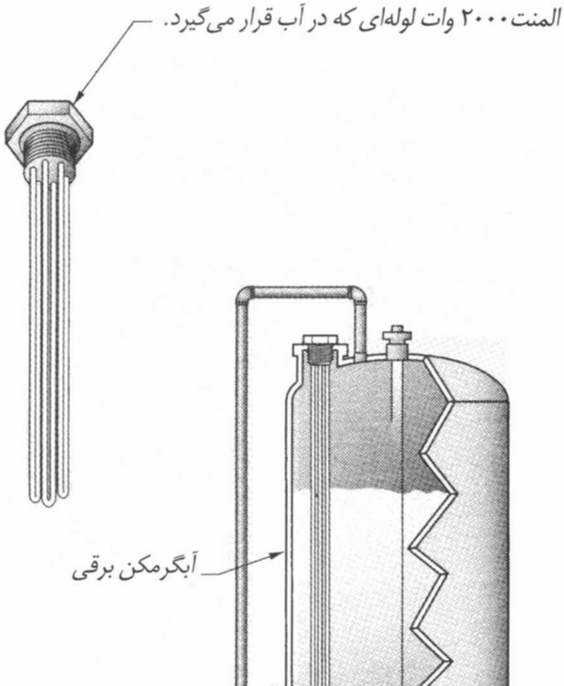
شکل ۹ـ۶: در یک مدار الکتریکی، فرمول توان، رابطه‌ی بین توان (P)، ولتاژ (E) و جریان (I) را نشان می‌دهد.

محاسبه‌ی شدت جریان مدار

توان مجاز المنت‌های مختلف

شماره شناسایی المنت	توان برحسب وات	ولتاژ
02	2000	230
03	3000	115
04	3000	230
05	4000	230
06	5000	230
09	7500	230

$$I = \frac{P}{E}$$
$$I = \frac{2000}{115}$$
$$I = \mathbf{17.4\ A}$$

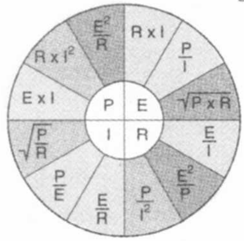


شکل ۹ـ۷: با استفاده از فرمول توان می‌توانیم به مشخصات عملکردی مدار دست یافته و سایز سیم‌های مناسب و کلیدها و فیوزهای صحیح را انتخاب کنیم.

قانون اُهم و فرمول توان

مقادیر ربع دایره‌های داخلی معادل کمیات داده شده در قطاع‌های خارجی مربوطه هستند.

P = WATTS
I = AMPS
R = OHMS
E = VOLTS



فرمول‌های اصلی		
$E = R \times I$	$I = \frac{E}{R}$	$R = \frac{E}{I}$
$E = \frac{P}{I}$	$I = \frac{P}{E}$	$P = E \times I$

فرمول‌های فرعی که معمولا مورد استفاد قرار می‌گیرند.		
$R = \frac{P}{I^2}$	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$	$P = R \times I^2$

فرمول‌های فرعی که کمتر مورد استفاده واقع می‌شوند.		
$E = \sqrt{P \times R}$	$R = \frac{E}{P}$	$P = \frac{E}{R}$

شکل ۹ـ۸: *با تلفیق قانون اُهم و فرمول توان می‌توان روابط جدیدی را پیدا کرده و در موارد ضروری از آن‌ها سود جست.*

قانون اُهم و امپدانس

قانون اُهم و فرمول توان به مداراتی محدود می‌شوند که تنها عنصر مقاوم در برابر عبور جریان از مدار را یک یا چند مقاومت الکتریکی تشکیل دهند. این شرایط شامل همه‌ی مدارات DC و همچنین کلیه‌ی مدارات ACی که فاقد خاصیت خازنی یا القایی قابل ملاحظه‌ای باشند، می‌گردد.

اندوکتانس (L) خاصیتی از یک مدار است که در اثر انرژی ذخیره شده در یک میدان مغناطیسی، با تغییر شدت جریان مخالفت می‌کند.

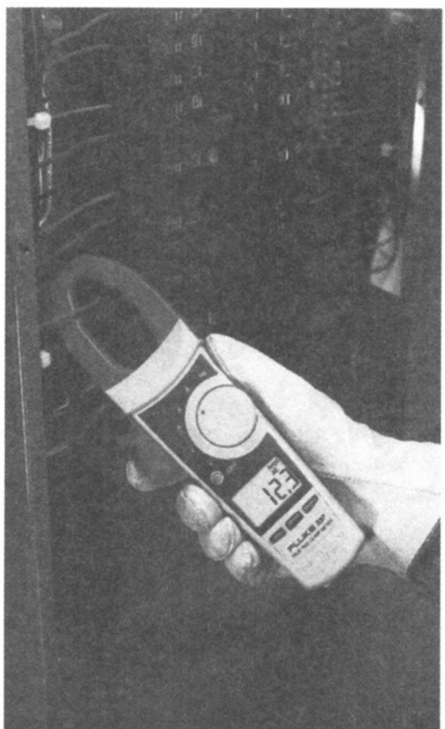
ظرفیت (C) توانایی یک قطعه یا مدار در ذخیره‌سازی انرژی به‌صورت بارهای الکتریکی است. وجود خازن در مدار باعث می‌شود که با عبور جریان از مداری که به یک منبع تغذیه‌ی AC متصل است، مخالفت نماید. نمونه‌ای از مدارهای ACی فاقد اندوکتانس و ظرفیت، المنت‌های گرمایی و لامپ‌های رشته‌ای می‌باشند. وقتی یک سیم به صورت حلقه‌ای پیچیده شده و به برق AC متصل

گردد، بحث اندوکتانس مطرح می‌شود. همه‌ی موتورهای الکتریکی، ترانس‌ها و سلونوئیدها از چنین سیم‌پیچ‌هایی برخوردارند. نمونه‌ی مدارهای AC شامل ظرفیت، موتور الکتریکی است که در قسمت استارت خود، از یک خازن سود می‌جوید.

همانطوری که بالاتر هم اشـاره شد، در مدارات AC و DCی فاقد اندوکتانس و ظرفیت، مقاومت (R) تنها عنصر مخالفت کننده با عبور جریان از مدار می‌باشد. در مدارات شامل اندوکتانس و ظرفیت، عامل مخالفت کننده با عبور جریان، راکتانس (X) نامیده می‌شود.

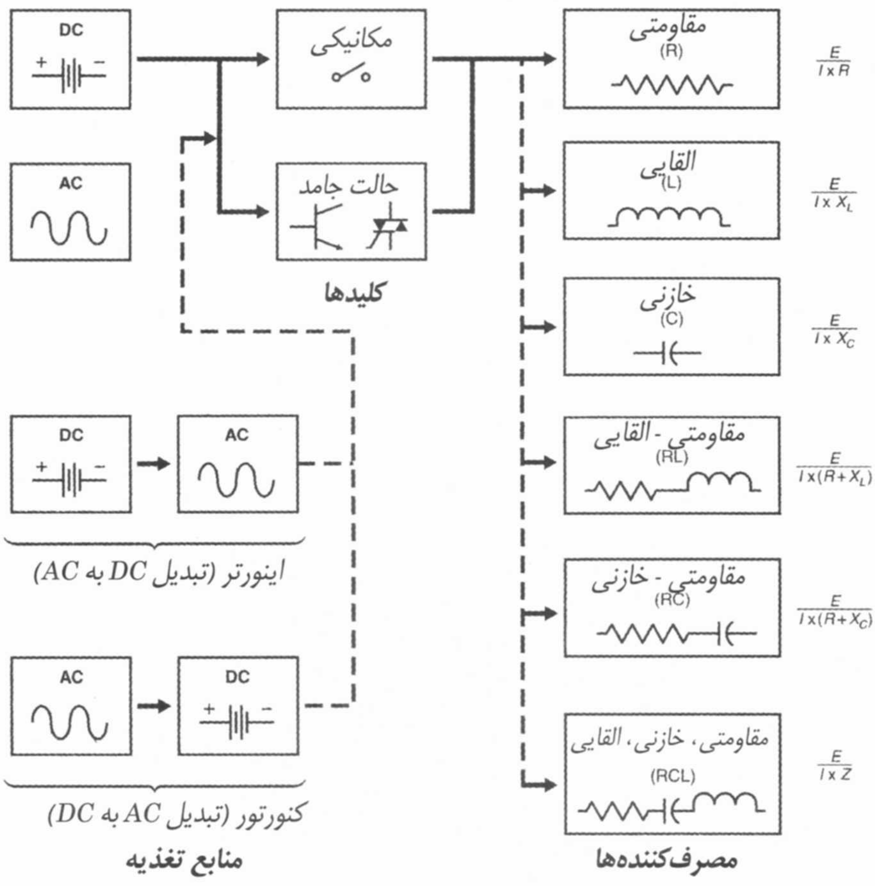
راکتانس القایی را با X_L و راکتانس خازنی را با X_C نمایش می‌دهند. در مداراتی که شامل مقاومت (R) و راکتانس (X) است، مخالفت ترکیبی مدار در مقابل عبور جریان، امپدانس (Z) نامیده می‌شود. در واقـع امپدانس، مخالفت کلی هر ترکیبـی از مقاومت‌های معمولی و راکتانس‌های القایی و خازنی، در مقابل عبور جریان از مدارات AC می‌باشد. امپدانس برحسب اُهم سنجیده می‌شود (شکل ۹-۱۰).

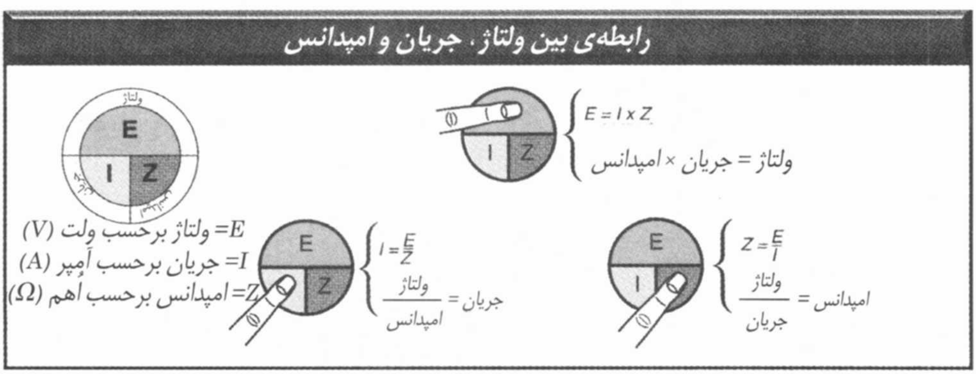
در مدارات شامل امپدانس هم می‌توان از قانون اُهم سود جست مشروط بر این‌که به جای R از Z اسـتفاده شود. حرف Z معرف مخالفت کلی مدار (مقاومت و راکتانس) در مقابل عبور جریان می‌باشد. در شکل ۹-۱۰ رابطه‌ی بین ولتاژ (E)، جریان (I) و امپدانس (Z) را ملاحظه می‌نمایید.



شکل ۹ـ۹: *آمپرمتر گیره‌ای یا کلمپی با استفاده از میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف یکی از سیم‌های مدار، شدت جریان جاری در آن را می‌سنجد.*

خصوصیات مدار





شکل ۹ـ۱۰: در مدارات امپدانسی، هنگام استفاده از قانون اُهم، به جای R باید از پارامتر Z بهره گرفت.

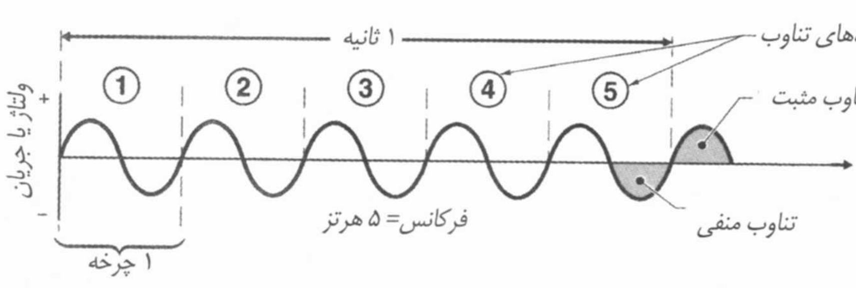
فصل دهم

اندازه‌گیری فرکانس و چرخه‌ی کار

فرکانس

در یک موج ACی سینوسی، فرکانس که برحسب هرتز (Hz) سنجیده می‌شود، تعداد سیکل‌ها یا چرخه‌هایی است که در یک ثانیه طی می‌گردند. یک هرتز (Hz) که واحد رایج سنجش فرکانس است، معادل یک سیکل بر ثانیه می‌باشد. یک سیکل یا چرخه، یک موج کامل از یک ولتاژ یا جریان متناوب است. نصف یک سیکل کامل، یک تناوب نامیده می‌شود. پریود یا زمان تناوب، زمانی است که برای تکمیل یک سیکل کامل از یک شکل موج، موردنیاز می‌باشد (شکل ۱۰-۱).

فرکانس



شکل ۱۰ـ۱: فرکانس، تعداد سیکل‌ها یا چرخه‌های تولید شده در واحد زمان بوده و برحسب هرتز سنجیده می‌شود.

فرکانس اصطلاحی است که معمولاً برای تشریح وضعیت عملکرد دستگاه‌های الکتریکی به کار می‌رود. مثل فرکانس برق شهر (که معمولاً ۵۰ یا ۶۰ هرتز است) و یا درایوهای با فرکانس متغیر (که

غالباً از فرکانس‌های حامل ۱ تا ۲۰ کیلو هرتز سود می‌جویند).

از اصطلاح فرکانس در عملکرد سیستم‌های الکترونیکی نیز استفاده می‌شود. مثل فرکانس‌های صوتی (۱۵ هرتز تا ۲۰ کیلو هرتز) و فرکانس‌های رادیویی (۳۰ تا ۳۰۰ کیلوهرتز برای فرکانس‌های پایین، ۳۰۰ کیلو هرتز تا ۳ مگا هرتز برای فرکانس‌های متوسط، ۳ تا ۳۰ مگاهرتز برای فرکانس‌های بالا و ۳۰ تا ۳۰۰ مگاهرتز برای فرکانس‌های خیلی بالا).

سنجش فرکانس

مدارها و دستگاه‌ها ممکن است برای کار در فرکانس‌های ثابت یا متغیر طراحی شوند. در نمونه‌هایی که برای کار در یک فرکانس ثابت ساخته شده‌اند، اگر فرکانس برق ورودی با آنچه که سیستم برای آن طراحی شده، تفاوت داشته باشد، عملکرد دستگاه از حالت طبیعی و عادی خود خارج خواهد شد. برای مثال، یک موتور AC که برای یک برق متناوب ۶۰ هرتز طراحی شده، اگر با یک جریان متناوب که فرکانس آن کمتر از ۶۰ هرتز است، تغذیه گردد، کُندتر کار کرده و بالعکس، درصورت تغذیه با یک ورودی با فرکانس بیش از ۶۰ هرتز، تُندتر خواهد گردید.در موتورهای ACی آسنکرون، هر گونه تغییر در فرکانس برق ورودی، مستقیماً به سرعت موتور تأثیر خواهد گذاشت[1]. برای مثال، کاهش ۵ درصدی فرکانس، به کاهش ۵ درصدی سرعت موتور منجر خواهد شد.

در هنگام عیب‌یابی دستگاه‌های برق و الکترونیکی، به‌کمک مالتی‌متری که قابلیت سنجش فرکانس را داشته باشد، می‌توان این کمیت را اندازه‌گیری نمود. این توانایی یک مالتی‌متر، قابلیتی است که دستگاه به کمک آن قادر به اندازه‌گیری فرکانس سیگنال‌های AC خواهد بود. اگر مالتی‌متر مورد استفاده از ویژگی ضبط «حداقل-حداکثر» نیز برخوردار باشد، فرکانس‌های سنجیده شده در یک دوره‌ی زمانی مشخص را می‌توان ضبط نمود. در وضعیت ضبط «حداقل - حداکثر»، مالتی‌متر، دقیقاً به همان صورتی که قادر به ضبط مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی ولتاژ، جریان یا مقاومت می‌باشد، می‌تواند فرکانس‌های دریافتی را نیز ثبت نماید. مالتی‌مترهایی که توانایی انتخاب رِنج خودکار را دارند، در محدوده‌ی سنجش فرکانس نیز به صورت خودکار عمل کرده و رِنج مناسب را برمی‌گزینند. هرچند که اگر فرکانس ولتاژ موردنظر خارج از بازه‌ی سنجش فرکانس دستگاه باشد، صفحه‌ی نمایش قادر به ارائه عدد دقیقی نخواهد بود. برای اطلاع از رِنج سنجش فرکانس هر دستگاه، باید به کتابچه‌ی آن مراجعه نمود.

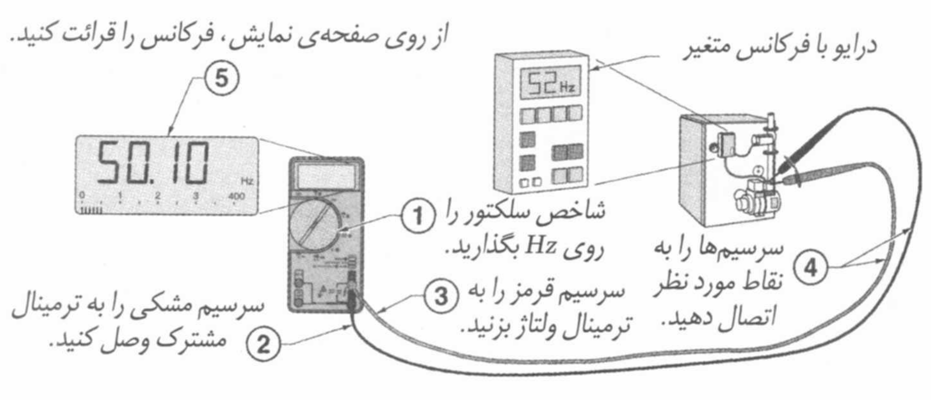
مراحل اندازه‌گیری فرکانس

به طوری که در شکل ۱۰-۲ ملاحظه می‌کنید، در اندازه‌گیری فرکانس با مالتی‌متری که به چنین قابلیتی مجهز است، باید از روش استاندارد زیر پیروی نمود:

۱ـ با توجه با آنکه سرعت دورانی شافت یک موتور آسنکرون از رابطه‌ی $n=\frac{۱۲۰f}{p}$ به دست می‌آید (f، فرکانس، p تعداد قطب‌ها و n سرعت گردش شافت بر حسب دور بر دقیقه) ملاحظه می‌گردد که سرعت دورانی شافت موتور با میزان فرکانس برق تغذیه شده، رابطه‌ی مستقیم دارد.

۱- شاخص سلکتور را بر روی Hzقرار دهید.
۲- سرفیش نَر سیم مشکی را به ترمینال مشترک مالتی‌متر وصل کنید.
۳- سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال ولتاژ اتصال دهید.

سنجش فرکانس با قراردادن شاخص سلکتور بر روی Hz



شکل ۱۰ـ۲: هنگام استفاده از مالتی‌متری که مجهز به سنجش میزان فرکانس است، به مجرد قراردادن سلکتور بر روی محدوده‌ی Hz و اتصال سرسیم‌ها به نقاط موردنظر، میزان فرکانس بر روی صفحه‌ی دستگاه ظاهر می‌شود.

۴- برای اتصال سرسیم‌های مالتی‌متر به نقاط موردنظر، ابتدا سرسیم مشکی و سپس سرسیم قرمز را وصل کنید.

۵- از روی صفحه‌ی نمایش، اندازه‌ی فرکانس را بخوانید. معمولاً و در اکثر مدل‌ها، نماد Hz باید در سمت راست عدد ظاهر شده، دیده شود.

در دستگاه‌هایی که به دکمه‌ی Hz مجهزند، برای اندازه‌گیری فرکانس، مطابق شکل ۱۰-۳، از مراحل زیر پیروی کنید:

۱- شاخص سلکتور را بر روی ولتاژ AC قرار دهید. درصورتی که از ولتاژ مدار بی اطلاعید، در وهله‌ی اول، از بالاترین رِنج ممکن استفاده نمایید. البته اکثر مالتی‌مترها مجهز به انتخاب رِنج خودکار هستند و متناسب با ولتاژ موجود، رِنج مناسب را بر می‌گزینند.

۲- سرفیش نَر سیم مشکی را به ترمینال مشترک وصل کنید.

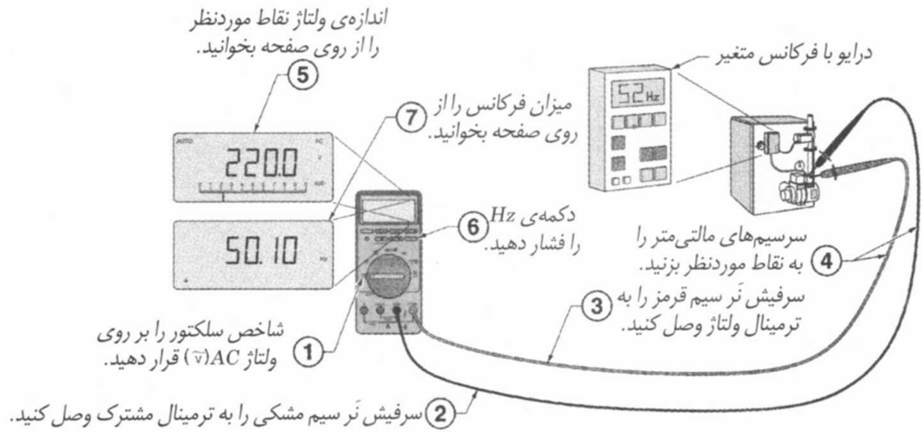
۳- سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال ولتاژ متصل سازید.

۴- سرسیم‌های مالتی‌متر را به مدار وصل نمایید. چون قطبیتی وجود ندارد در انتخاب رنگ سرسیم‌ها مختارید.

۵- ولتاژ موردنظر را قرائت نمایید.

۶- بدون دست زدن به اتصالات موجود، دکمه Hz را فشار دهید.

سنجش فرکانس با استفاده از دکمه‌ی Hz



توجه : هنگام ارزیابی درایوهای با فرکانس متغیر، درصورت موجود بودن، سلکتور را بر روی قابلیت VAC LO قرار دهید.

شکل ۱۰-۳: در اندازه‌گیری فرکانس با مالتی‌مترهای مجهز به دکمه‌ی Hz، ابتدا، ولتاژ متناوب مدار، سنجیده می‌شود.

۷- میزان فرکانس را از روی صفحه‌ی نمایش قرائت کنید. نماد Hz در سمت راست عدد ظاهر شده، نمایش داده می‌شود.

در پاره‌ای از مدارها، ممکن است شکل موج ولتاژ خط مورد سنجش با چنان اعوجاج‌هایی همراه باشد که مانع از قرائت صحیح فرکانس گردد. برای مثال، درایوهای با فرکانس متغیر AC (اختصاراً VFDs) باعث ایجاد اعوجاج در فرکانس مدار می‌گردند. در اینگونه موارد و برای به‌دست آوردن ارقام صحیح‌تر، از قابلیت VAC LO استفاده نمایید. برای سنجش دقیق‌تر فرکانس در مالتی‌مترهای فاقد توانایی VAC LO ، می‌توان شاخص سلکتور را از وضعیت سنجش ولتاژ AC به محدوده‌ی اندازه‌گیری ولتاژهای DC انتقال داده و سپس دکمه‌ی Hz را فشار داده و یکبار هم فرکانس را از این طریق قرائت کرد. علت این است که در این حالت هدف قرائت ولتاژ نبوده و سنجش فرکانس از این طریق هم میسر می‌باشد. درصورتی که اعوجاجی در کار نباشد، ارقام قرائت‌شده از این دو روش با هم برابر خواهند بود ولی اگر دو رقم مختلف خوانده شوند، فرکانس کمتر، صحیح‌تر بوده و ملاک واقع خواهد شد.

سنجش فرکانس با مالتی‌مترهای گیره‌ای

برخی از مالتی‌مترهای گیره‌ای این قابلیت را دارند که به همان سادگی که جریان یک مدار را می‌سنجند، فرکانس برق AC را هم اندازه‌گیری نمایند (شکل ۱۰-۴). برای سنجش فرکانس با یک مالتی‌متر گیره‌ای مراحل زیر را دنبال کنید:

احتیاط: *وقتی مالتی‌متر در محدوده‌ی سنجش فرکانس قرار دارد، تغییر دادن وضعیت ولتاژ از AC به DC یا بالعکس، مانعی ندارد ولی به خاطر داشته باشید که تا سرسیم‌های مالتی‌متر را از مدار جدا نساخته‌اید، خارج شدن از وضعیت سنجش فرکانس مجاز نمی‌باشد.*

۱- تحقیق کنید و ببینید آیا مالتی‌متر موجود توانایی سنجش فرکانسی به بزرگی آنچه که در سیم موردنظر جریان دارد را داراست یا خیر؟ اگر دستگاه مزبور را مناسب این کار تشخیص ندادید، از مالتی‌متری که رِنج بالاتری دارد، بهره بگیرید.

۲- سیمی که هدف سنجش فرکانس برق جاری در آن است را انتخاب کنید.

۳- شاخص سلکتور را بر روی محدوده‌ی سنجش فرکانس قرار دهید.

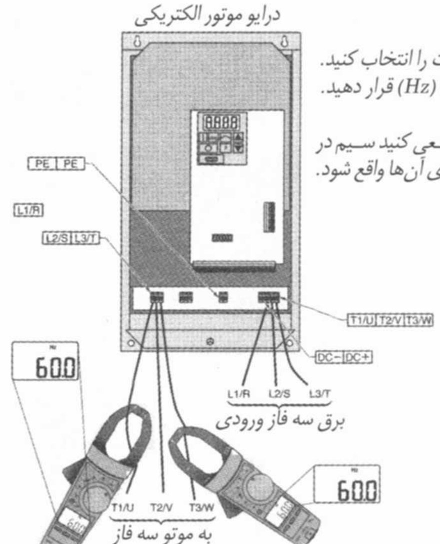
۴- با فشار آوردن به ضامن مالتی‌متر، فک‌های آن را باز کنید.

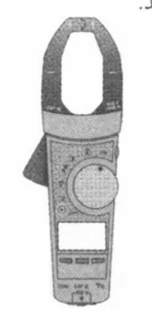
۵- سیم موردنظر را در دهانه‌ی گیره قرار دهید. فشار را از روی ضامن بردارید تا فک‌ها بسته شده و سیم در داخل دهانه‌ی گیره محبوس شود. قبل از قرائت رقم موردنظر، مطمئن شوید که سیم تقریباً در مرکز فک‌ها قرار گرفته و از محل تقاطع شاخص‌های حک شده بر روی بدنه‌ی آن‌ها عبور می‌کند.

سنجش فرکانس با مالتی‌متر گیره‌ای

مراحل سنجش فرکانس:

۱- سیمی که هدف سنجش فرکانس برق جاری در آن است را انتخاب کنید.
۲- شاخص سلکتور را بر روی محدوده‌ی سنجش فرکانس (Hz) قرار دهید.
۳- با فشار دادن ضامن مالتی‌متر، فک‌ها را باز کنید.
۴- سیم را در داخل دهانه قرار داده و ضامن را آزاد کنید. سعی کنید سیم در مرکز فک‌ها و در راستای نشانه‌های حک شده بر روی بدنه‌ی آن‌ها واقع شود.
۵- فرکانس را از روی صفحه‌ی مالتی‌متر قرائت کنید.
۶- با بازکردن فک‌ها، مالتی‌متر را از سیم جدا کنید.
۷- مالتی‌متر را خاموش نمایید.





شکل ۱۰ـ۴: برای محاسبه‌ی سرعت یک موتور الکتریکی می‌توان فرکانس برق خروجی از درایو آن را سنجید.

۶- عدد موردنظر را از روی صفحه‌ی مالتی‌متر گیره‌ای قرائت کنید.

۷- با فشار آوردن به ضامن، دهانه‌ی گیره را باز کرده و مالتی‌متر را از سیم جدا کنید.

۸- برای صرفه‌جویی در مصرف باتری، مالتی‌متر را خاموش کنید.

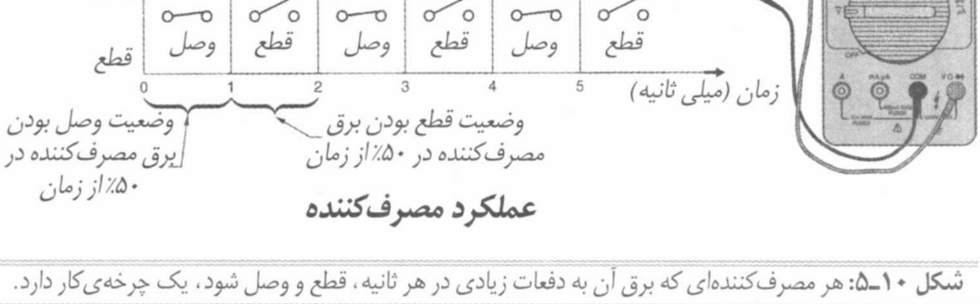
توجه: سرسیم‌های گیره‌ای سنجش جریان یک مالتی‌متر را می‌توان به هر مالتی‌متری که توانایی سنجش فرکانس دارد، اتصال داده و از آن‌ها برای اندازه‌گیری فرکانس سود جست.

احتیاط: *وقتی مالتی‌متر در وضعیت سنجش فرکانس قرار دارد، شاخص سلکتور را می‌توان از مقابل محدوده‌ی سنجش ولتاژ AC به DC، جابه‌جا کرد ولی در این صورت تا زمانی که سرسیم‌های مالتی‌متر به مدار تحت آزمایش متصل هستند، مالتی‌متر را نباید از حالت سنجش فرکانس خارج نمود.*

چرخه‌ی کار

چرخه‌ی کار (یا ضریب کار) که نسبت زمان روشن بودن یک مدار یا مصرف‌کننده به مجموع زمان‌های خاموش و روشن بودن آن را نمایش می‌دهد و معمولاً برحسب درصد بیان می‌شود، روش دیگری برای سنجش فرکانس بوده و به عبارت دیگر چرخه‌ی کار، نسبت پهنای پالس به تناوب بر حسب درصد می‌باشد. این وضعیت سنجش مالتی‌متر، توانایی است که دستگاه به کمک آن، میزان چرخه‌ی کار یک مدار یا مصرف‌کننده را می‌سنجد. بسیاری از مصرف‌کننده‌ها را به وسیله یک کلید تُندکار الکترونیکی، با سرعت زیادی، روشن و خاموش یا قطع و وصل می‌کنند تا قدرت خروجی را به نحو دقیقی کنترل نمایند. برای مثال، عملکرد مصرف‌کننده‌هایی مثل روشنایی لامپ‌ها، خروجی المنت‌های گرمایی و بزرگی میدان مغناطیسی یک سیم‌پیچ را می‌توان به توسط دوره‌های زمانی قطع و وصل یا به عبارت دیگر «سیکل بر ثانیه‌ها»، کنترل نمود. هر مصرف‌کننده‌ای که برق دریافتی آن در هر ثانیه به دفعات زیادی، قطع و وصل شود، یک چرخه‌ی کار دارد. (شکل ۱۰-۵).

چرخه‌ی کار



شکل ۱۰-۵: هر مصرف‌کننده‌ای که برق آن به دفعات زیادی در هر ثانیه، قطع و وصل شود، یک چرخه‌ی کار دارد.

چرخه‌ی کار را برحســب درصد بیان کرده و عبارت اســت از حاصل تقسیم زمان وصل بودن آن به کل زمان چرخه، ضرب در ۱۰۰. این عبارت را می‌توان به صورت فرمول زیر هم خلاصه کرد:

$$DC=\frac{OT}{T}\times 100$$

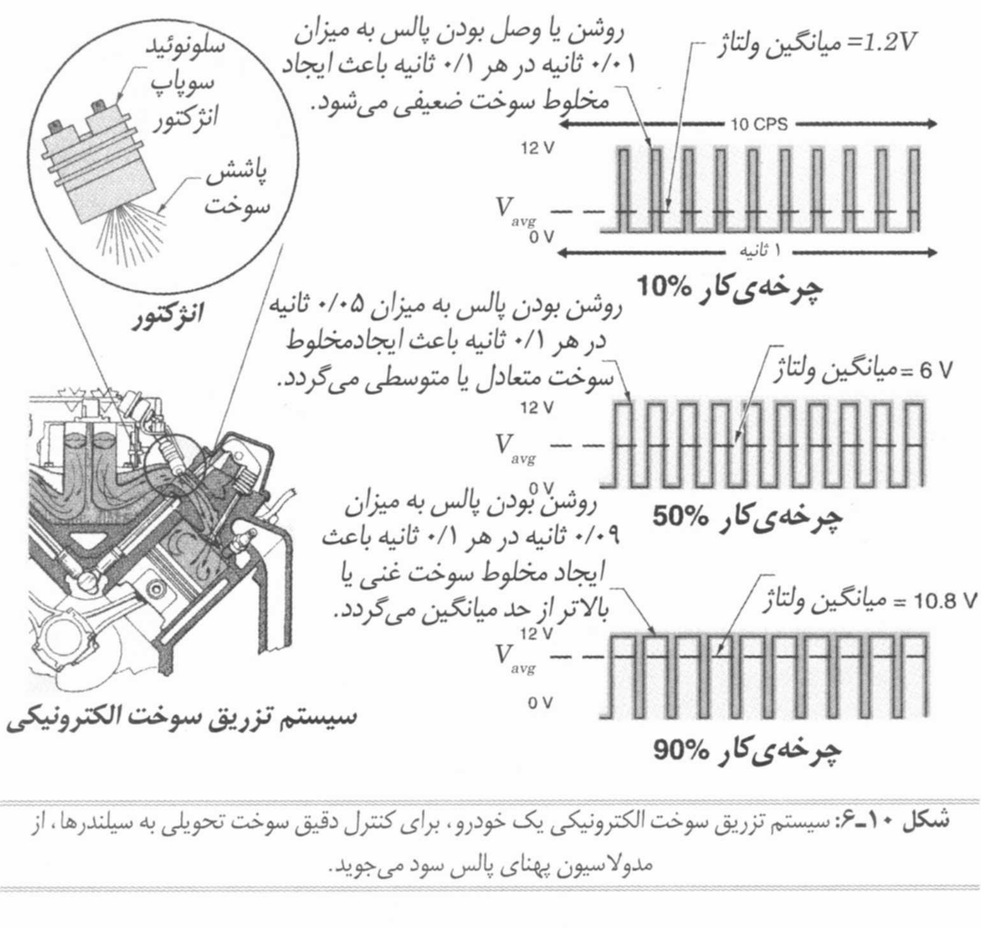
که در آن:

DC= چرخه‌ی کار (برحسب درصد زمان‌های وصل بودن)

OT= زمان‌های وصل بودن (برحسب ثانیه)

T= کل زمان قطع و وصل (برحسب ثانیه)

چرخه‌ی کار انژکتور سوخت خودرو



شکل ۱۰ـ۶: سیستم تزریق سوخت الکترونیکی یک خودرو، برای کنترل دقیق سوخت تحویلی به سیلندرها، از مدولاسیون پهنای پالس سود می‌جوید.

برای مثال در سیستم تزریق سوخت الکترونیکی یک خودرو، پالس‌های ولتاژی اعمال شده به سلونوئید سوپاپ انژکتور سوخت، سوپاپ را در یک میزان ثابت ۱۰ سیکل بر ثانیه کنترل می‌نماید. درصورتی‌که سوپاپ انژکتور سوخت، در فاصله‌های زمانی متغیری در وضعیت فعال یا روشن قرار بگیرد (مدولاسیون پهنای پالس)، چرخه‌ی‌کار تغییر پیدا خواهد کرد (شکل ۱۰-۶). با مراجعه به شکل مزبور شاید این سؤال پیش بیاید که اگر سوپاپ انژکتور سوخت، در هر سیکل ۰/۱ ثانیه‌ای، به میزان ۰/۰۱ ثانیه در وضعیت فعال یا روشن واقع شود، چرخه‌ی‌کار به چه صورتی در می‌آید؟ پاسخ به صورت زیر خواهد بود:

$$DC=\frac{OT}{T}\times 100$$
$$=\frac{0/01}{0/1}\times 100$$
$$=\%10$$

به همین ترتیب اگر سوپاپ مزبور در هر سیکل ۰/۱ ثانیه‌ای، به مدت ۰/۰۵ ثانیه فعال باشد، چرخه‌ی‌کار، ۵۰٪ و در صورتی که زمان مزبور به ۰/۰۹ ثانیه افزایش یابد، چرخه‌ی‌کار معادل ۹۰٪ خواهد شد.

به کمک مدولاسیون پهنای پالس می‌توان سوخت تحویلی به سیلندرها را به صورت الکتریکی، به طور دقیقی کنترل نمود. نکته‌ی قابل توجه این است که میانگین ولتاژ برای هرچرخه‌ی‌کار را می‌توان به کمک زمان فعال بودن پالس، به دست آورد (در هر حالتی، میانگین ولتاژ معادل حاصلضرب ولتاژ اصلی در میزان چرخه‌ی‌کار می‌باشد).

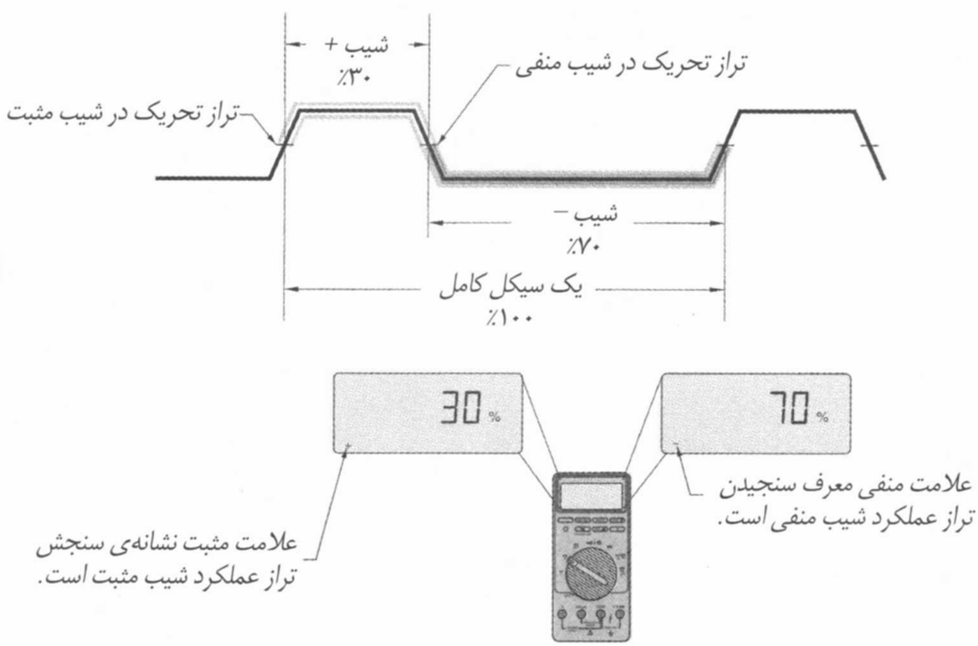
هربار که ولتاژ مدار از حالت خاموش به روشن و سپس به خاموش تغییر وضعیت می‌دهد، یک سیکل تکمیل می‌گردد. در هنگام سنجش چرخه‌ی‌کار، مالتی‌متر، زمانی را که سیگنال ورودی بالاتر یا پایین‌تر از یک تراز تحریک ثابت است، نشان می‌دهد (شکل ۱۰-۷). تراز تحریک، تراز ثابتی است که شمارنده‌ی مالتی‌متر به ازای آن شروع به ضبط فرکانس می‌نماید. شیب، لبه یا ناحیه‌ای از شکل موج است که تراز تحریک بر روی آن انتخاب می‌شود. در صورتی که شیب تحریک مثبت انتخاب شود، درصد زمان موجود در بالای تراز تحریک نشان داده می‌شود و اگر شیب تحریک منفی گزیده شود، درصد زمان موجود در پایین تراز مزبور به نمایش کشیده می‌شود. ماهیت شیب انتخاب شده با یک علامت مثبت یا منفی بر روی صفحه‌ی مالتی‌متر نشان داده می‌شود. البته بسیاری از مالتی‌مترها از علامت مثبت صرف نظر کرده و در صورت انتخاب شیب تحریک مثبت، چنین نمادی را بر روی صفحه ظاهر نمی‌کنند. برای انتخاب شیب تحریک منفی معمولاً باید از فشار دادن یک دکمه‌ی اضافی کمک گرفت. در هر صورت بهترین کار استفاده از دفترچه‌ی راهنمای مالتی‌متر است.

مراحل سنجش چرخه‌ی کار

برای سنجش چرخه‌ی کار، مراحل زیر را دنبال کنید(شکل ۱۰-۸):

۱- مالتی‌متر را برای سنجش چرخه‌ی کار تنظیم و آماده نمایید. در بسیاری از مالتی‌مترها برای دستیابی به این وضعیت، کافی است دکمه‌ی Hz را دو بار فشار داد. در بیشتر دستگاه‌ها، وقتی مالتی‌متر در وضعیت سنجش چرخه‌ی کار قرار می‌گیرد، یک نماد درصد (٪) در قسمتی از سمت راست صفحه، ظاهر می‌گردد.

تراز تحریک



شکل ۱۰-۷: در هنگام سنجش چرخه‌ی کار، مالتی‌متر، زمانی که سیگنال ورودی بالاتر یا پایین‌تر از یک تراز تحریک ثابت است را نشان می‌دهد.

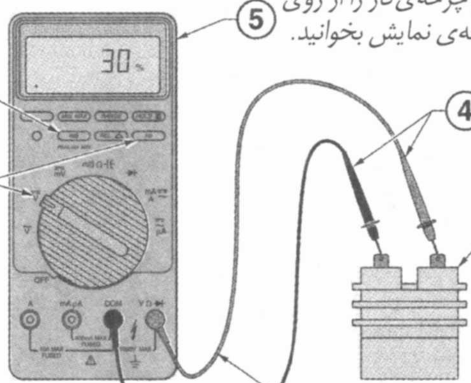
۲- سرفیش نَر سیم مشکی مالتی‌متر را به ترمینال مشترک آن وصل کنید.

۳- سرفیش نَر سیم قرمز را به ترمینال ولتاژ متصل سازید.

۴- سرسیم‌های مالتی‌متر را به مدار مورد آزمایش وصل کنید. برای این کار نوک سرسیم مشکی را به زمین یا قسمت مشترک مدار اتصال داده و نوک سرسیم قرمز را به قسمت مثبت آن ارتباط دهید.

درصورتی‌که با اتصال سرسیم‌ها به مدار، در روی صفحه‌ی نمایش یک علامت منفی ظاهر گردید، جای آن‌ها را با هم عوض کنید. در مدارات AC، اتصال دهی سرسیم‌ها اختیاری بوده و قطبیتی وجود ندارد.

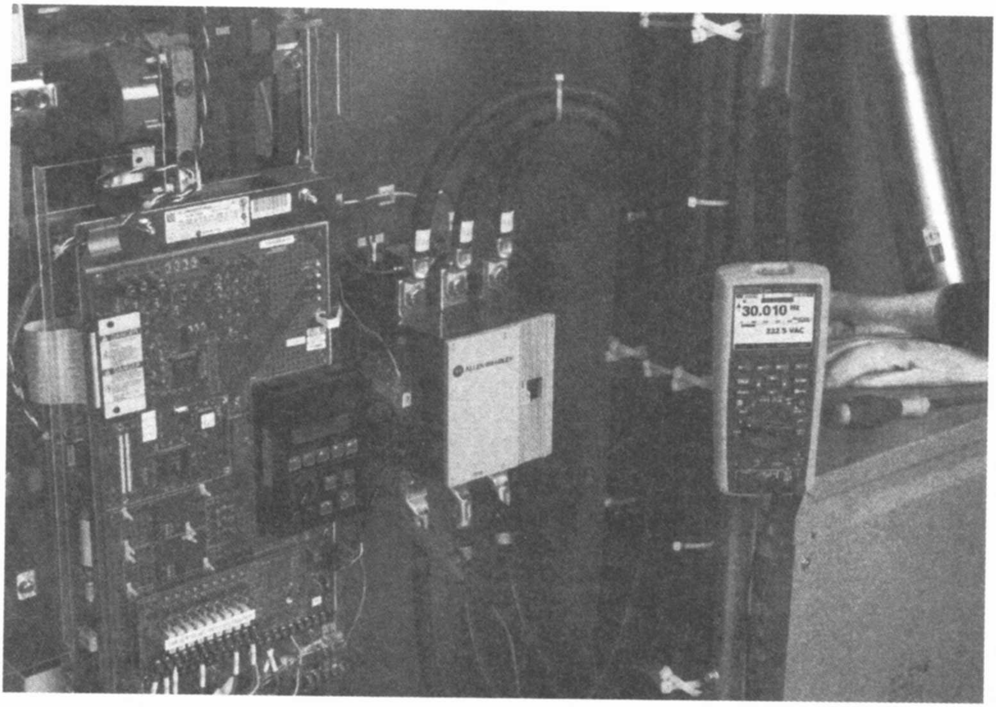
سنجش چرخه‌ی کار



شکل ۱۰ـ۸: در برخی از مالتی‌مترها برای دسترسی به وضعیت سنجش چرخه‌ی کار، کافی است دکمه Hz را دوبار فشار داد.

۵- از روی صفحــه‌ی نمایش، میزان چرخــه‌ی کار را قرائت کنید. وجود یک علامت (+) در جلوی عدد ظاهر شــده، نشــانه‌ی درصد زمانی وصل بودن ولتاژ و نمایش یک نماد (-) در ابتدای رقم نشان داده شده، معرف درصد زمانی قطع بودن آن خواهد بود. در اکثر مالتی‌مترها و با مراجعه به دفترچه‌ی دستگاه می‌توان دکمه‌ای را پیدا کرد که با فشاردادن آن بتوان به نوبت به درصدهای زمانی وصل بودن و قطع بودن، دست یافت.

۶- در برخــی از دســتگاه‌ها و مدل‌ها بــا یکبار فشــار دادن دکمه‌ی هشــداردهنده‌ی صوتی (بیپر) می‌توان به وضعیت نمایش درصد زمانی روشــن یا فعال بودن پالس دســت یافت و با فشــار بعدی به دکمه‌ی مزبور، درصد زمانی خاموش یا قطع بودن پالس را بر روی صفحه مشاهده نمود.



شکل ۱۰ـ۹: در هنگام عیب‌یابی درایوهای با فرکانس متغیر از قسمت سنجش فرکانس مالتی‌متر استفاده می‌شود.

فصل یازدهم

آزمایش دیودها

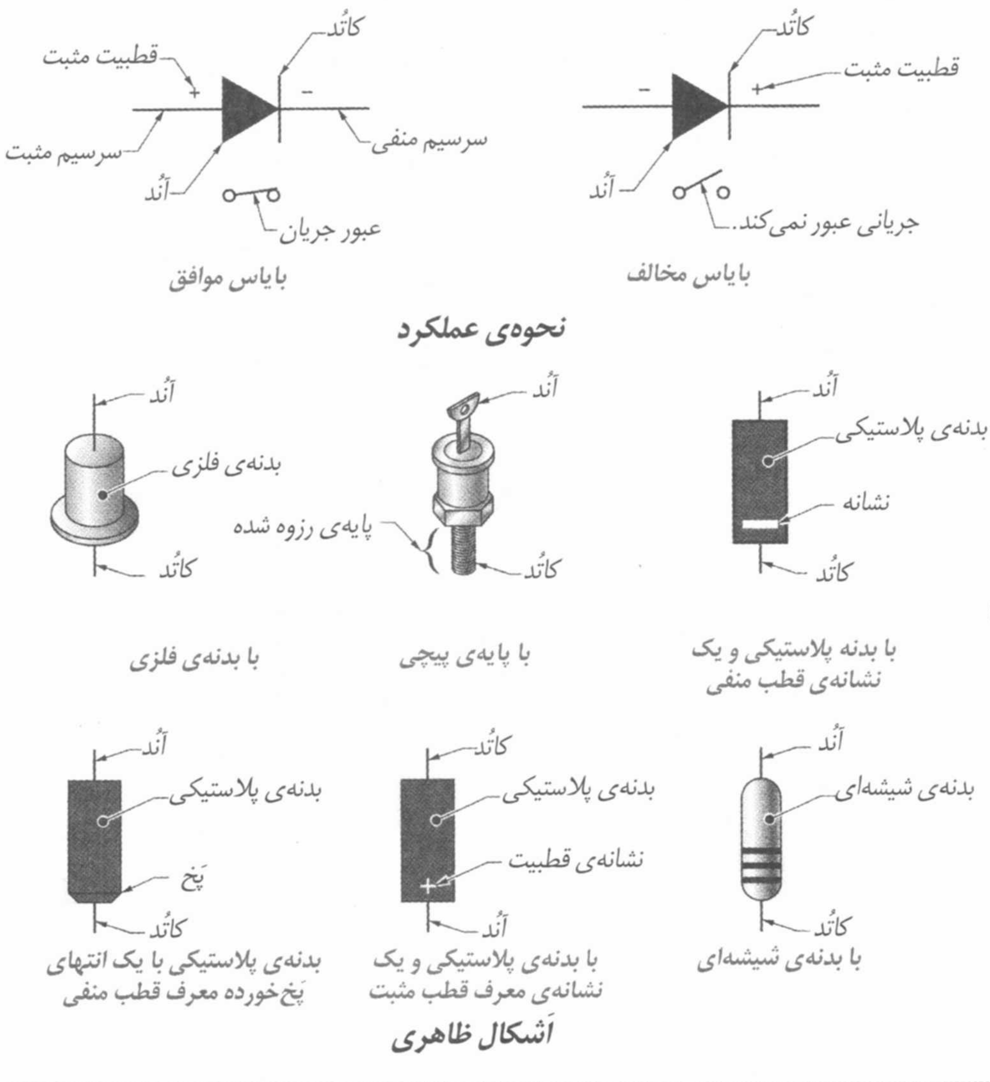
دیودها

دیود یک قطعه‌ی الکترونیکی است که جریان الکتریسیته را فقط در یک جهت خاص، از خود عبور می‌دهد. دیودها را به غلط یکسوساز هم می‌گویند چون این قطعات قادرند جریان AC را به یک جریان DCی پالسی[1]، یکسو سازی نمایند. دیودها را برحسب وظیفه‌ای که در مدار ایفا می‌کنند و ظرفیت تحمل ولتاژ و جریان‌شان، طبقه‌بندی می‌نمایند. دیود قطبیتی دارد که به‌وسیله‌ی پایه‌های آنُد و کاتُد آن مشخص می‌شود. آنُد، قطب مثبت و کاتُد پایه منفی می‌باشد. دیودها را متناسب با نوع کاربردشان، به صور مختلفی تولید و عرضه می‌کنند (شکل ۱۱-۱).

بایاس موافق شرایطی است که با ایجاد آن، دیود، جریان را از خود عبور می‌دهد. در چنین وضعیتی، آنُد از قطبیت مثبتی نسبت به کاتُد، برخوردار خواهد بود. و بالعکس، بایاس مخالف حالتی است که دیود به صورت یک عایق یا سد عمل کرده و جریانی را از خود عبور نمی‌دهد. در این وضعیت، کاتُد از قطبیت مثبتی نسبت به آنُد برخوردار می‌باشد. دیود، در بایاس موافق یا به عبارتی وقتی ولتاژ منفی به کاتُد آن متصل شود، جریان را از خود جاری می‌سازد. به گفته‌ی دیگر، دیود در بایاس موافق به مثابه‌ی یک کلید بسته عمل کرده و در بایاس مخالف در نقش یک کلید باز ظاهر می‌گردد. با ملاحظه‌ی مشخصات یک دیود می‌توان به حداکثر جریان عبوری مجاز آن در بایاس مخالف پی برده و همچنین از بیشترین ولتاژ مجازی که در بایاس مخالف، می‌توان به آن اعمال کرد، آگاه شد (شکل ۱۱-۲). بیشترین جریان مجاز در بایاس موافق حداکثر جریانی است که دیود قادر است در شرایط ایمن و بدون ایجاد خرابی، به وظیفه‌ی خود عمل کرده و آن را از خود عبور دهد.

۱ـ *به خروجی پیش از فیلتر شدن یکسوساز که از دامنه‌ی متغیری برخوردار است، جریان DCی پالسی یا پالس‌زن گفته می‌شود.*

دیودها

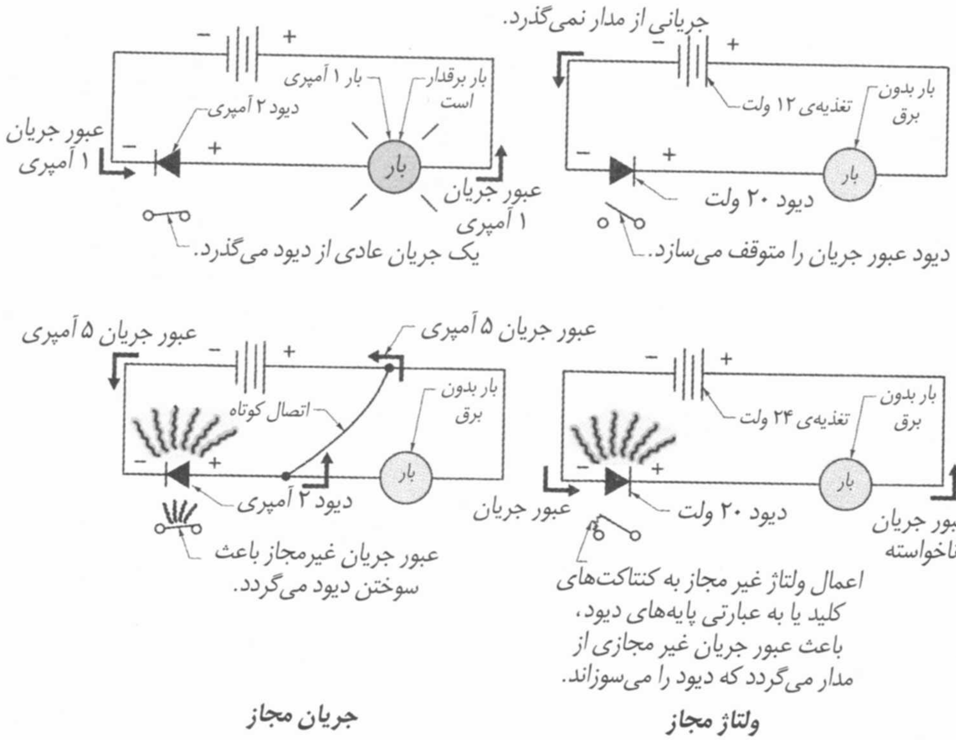


شکل ۱۱ـ۱: دیود قطعه‌ای است که جریان را فقط در یک جهت از خود عبور داده و در اَشکال مختلفی تولید می‌شود.

فراتر رفتن جریان از حد مجاز مزبور، دیود را داغ کرده و احتمالاً از بین می‌برد. و به طریق مشابه، بیشترین ولتاژ اعمال شده در بایاس مخالف، که دیود توانایی مقاومت در مقابل آن را داشته باشد، حداکثر ولتاژی است که دیود قادر است آن را تحمل کرده و به هیچ جریانی اجازه عبور ندهد. به این ولتاژ اصطلاحاً «ولتاژ زانویی[1]» هم می‌گویند.

1_ breakover voltage

حدود مجاز دیود



شکل ۱۱ـ۲: درصورتی‌که شدت جریان یا ولتاژ اعمال شده به دیود از حد مجاز آن فراتر رود، قطعه آسیب می‌بینند.

در صورت تخطی از حدود مجاز دیود، قطعه خراب می‌شود. دیود به دو صورت آسیب می‌بیند یا اتصال کوتاه می‌شود که در این صورت جریان را از هر دو طرف از خود عبور می‌دهد و یا از قسمت داخلی سوخته و قطع می‌شود که در این شرایط جریان را در هیچ جهتی از خود رد نمی‌کند. به کمک یک مالتی‌متر می‌توان عملکرد صحیح و مناسب یک دیود را تست کرد.

مراحل تست دیود

این قطعات را می‌توان با قراردادن شاخص سلکتور مالتی‌متر بر روی وضعیت تست دیود یا سنجش مقاومت کنترل کرد. چون روش سنجش مقاومت خیلی مناسب نبوده و گاهی اوقات کاربَر را با پاسخ قطعی مواجه نمی‌سازد، تا حد امکان توصیه می‌گردد که از وضعیت تست دیود استفاده شود. به علاوه، بدیهی است که وقتی دیودی در مدار قرار دارد، تست آن با روش سنجش مقاومت، با نتایج نادرستی همراه خواهد بود. هرچند اگر عملکرد دیودی در یک کار برد ویژه و در تست خاص خود مردود اعلام

شـد، یکبار دیگر هم می‌توان برای اطمینال بیشتر، از روش سنجش مقاومت کمک گرفت. به‌هرحال در صورتی که مالتی‌متر فاقد رِنج ویژه‌ای برای تسـت دیود باشـد، برای آزمایش آن می‌توان از روش سنجش مقاومت کمک گرفت.

آزمایش دیود با استفاده از قابلیت ویژه

بهتریـن کار بـرای آزمایش دیـود، اندازه‌گیری ولتـاژ دو پایه‌ی آن در حالت بایاس موافق اسـت. یک دیود سـالم قطعه‌ای اسـت کـه در بایاس موافق و در حـال عبور جریان از آن، بیـن دو پایه‌اش، اُفت ولتاژی مشـاهده شـود. وقتی مالتی‌متر در حالت تسـت دیود تنظیم می‌شـود، در واقع از طریق سرسـیم‌های خود، ولتاژ مختصری را به پایه‌های دیود اعمال نموده و اُفت ولتاژ ایجاد شده بین آن‌ها را در روی صفحه‌ی خود نمایش می‌دهد.

مراحل تست دیود با این روش خاص را در شکل ۱۱-۳ ملاحظه می‌کنید.

۱- مطمئن شـوید که برق مدار قطع بوده و هیچ ولتاژی به دیود متصل نیسـت. همیشـه و در اثر وجود خازن‌های باردار مجاور موجود در مدار، ممکن اسـت ولتاژی به دیود متصل باشـد. با قراردادن مالتی‌متر در وضعیت سـنجش ولتاژهای AC یا DC و تسـت دو سر دیود، از عدم وجود هرگونه ولتاژ، اطمینان حاصل کنید.

۲- مالتی‌متر را در وضعیت تست دیود قرار دهید.

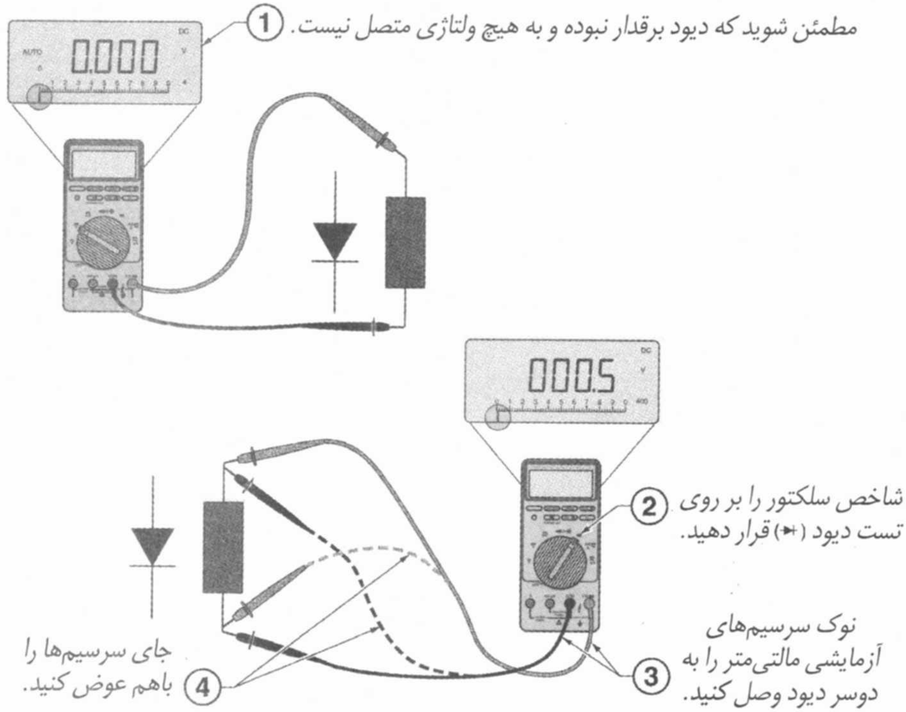
۳- سرسیم‌های مالتی‌متر را به پایه‌های دیود زده و عدد قرائت شده را یادداشت کنید.

۴- جای سرسیم‌های مالتی‌متر را با هم عوض کرده و مجدداً عدد قرائت‌شده را یادداشت نمایید. در صورتی که یک دیود سالم در بایاس موافق تحت آزمایش قرار گیرد، برای اکثر دیودهای سیلیکونی، اُفـت ولتـاژی در حدود ۰/۵ تـا ۰/۸ الی ۰/۹ ولت قرائت خواهد شـد. بازه‌ی مزبـور در مورد دیودهای ژرمانیومی چیزی در حدود ۰/۲ الی ۰/۳ ولت خواهد بود. وقتی یک دیود سالم در بایاس مخالف تحت آزمایش قرار می‌گیرد، نماد OL بر روی صفحه‌ی مالتی‌متر ظاهر خواهد شد. این نماد معرف آن است که دیود، در بایاس مخالف، به صورت یک کلید باز عمل می‌نماید. یک دیود معیوب (قطع)، جریان را در هیچ جهتی از خود عبور نداده و با آزمایش آن، در هر دو جهت، نشانه‌ی OL بر روی صفحه پدیدار می‌گردد و بالعکس، یک دیود اتصال کوتاه شـده، در هر دو جهت، اُفت ولتاژی در حدود ۰/۴ ولت را بر روی صفحه، نمایش می‌دهد.

آزمایش دیود با وضعیت سنجش مقاومت

در مواردی که مالتی‌متر موجود فاقد محدوده‌ی تست دیود باشد و در پاره‌ای موارد و حتی در صورت وجـود چنـان قابلیتی، از وضعیت سـنجش مقاومت نیز می‌توان به عنوان یـک راهکار جایگزین برای آزمایش وضعیت دیود سود جست (شکل ۱۱-۴). در مالتی‌مترهای دیجیتالی، برخلاف انواع عقربه‌ای، دیود وقتی در بایاس موافق قرار می‌گیرد که سرسیم قرمز دستگاه به پایه‌ی آنُد و سرسیم مشکی به پایه کاتُد آن متصل گردد.

آزمایش دیود با استفاده از قابلیت ویژه



دیود سالم: *در بایاس موافق، ولتاژ نشان داده شده در روی صفحه‌ی مالتی‌متر برای نمونه‌های سیلیکونی بین ۰/۵ تا ۰/۸ الی ۰/۹ ولت و برای انواع ژرمانیومی بین ۰/۲ تا ۰/۳ ولت است. در بایاس مخالف، نماد OL بر روی صفحه ظاهر می‌شود.*

دیود قطع شده: *در هر دو جهت، نماد OL مشاهده می‌شود.*

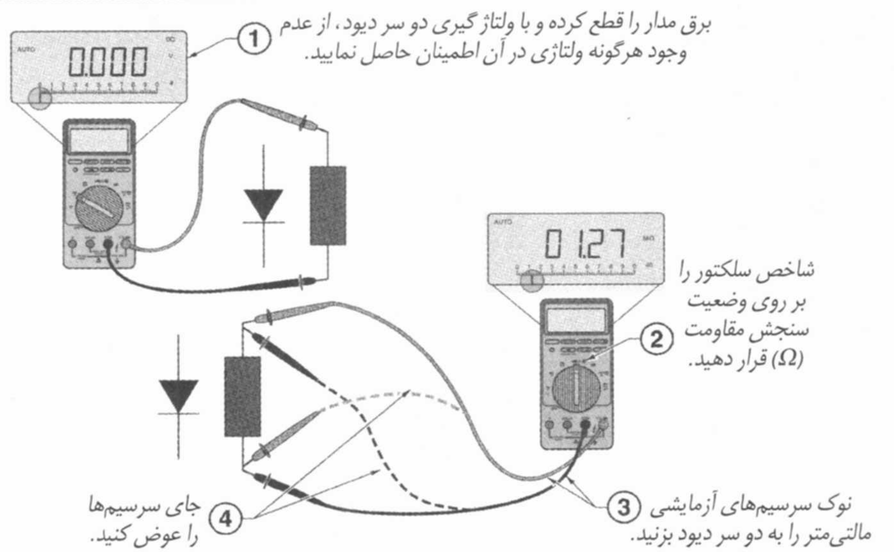
دیود اتصال کوتاه شده: *در هر دو جهت رقمی در حدود صفر تا ۰/۴ ولت مشاهده خواهد شد.*

شکل ۱۱ـ۳: بهترین روش آزمایش دیود قراردادن سلکتور مالتی بر روی وضعیت تست دیود و مشاهده اُفت ولتاژ دو سر آن در بایاس موافق می‌باشد.

در این صورت و با قراردادن مالتی‌متر در وضعیت سنجش مقاومت، و اتصال سرسیم قرمز به پایه آنُد و مشکی به پایه‌ی کاتُد (بایاس موافق)، صفحه‌ی نمایش برای دیود سالم رقمی بین ۱۰۰۰ اُهم تا ۱۰ مگا اُهم را نشان خواهد داد. وقتی دیود سالم باشد، در بایاس موافق، به‌خاطر وجود منبع ولتاژ در مدار سنجش مقاومت دستگاه، جریانی از دیود عبور کرده و مقاومت نسبتاً بالایی نمایش داده می‌شود. در این صورت باید از رِنج بالایی برای سنجش مقاومت موجود سود جست.

وقتی سرسیم مشکی مالتی‌متر به آنُد و سرسیم قرمز به کاتُد دیود متصل شوند، قطعه در بایاس مخالف قرار می‌گیرد. اگر دیود سالم باشد، در این حالت، نماد OL بر روی صفحه پدیدار می‌گردد.

آزمایش دیود با وضعیت سنجش مقاومت



***دیود سالم:** در بایاس موافق رقمی بین ۱۰۰۰ اُهم تا ۱۰ مگا اُهم قرائت می‌شود.*

در بایاس مخالف، نماد OL در روی صفحه ظاهر می‌گردد.

***دیود معیوب:** ارقام اشاره شده‌ی بالا در هر دو جهت و به‌صورت یکسان تکرار می‌گردند. یعنی مثلاً هم در بایاس موافق و هم در بایاس مخالف، رقم ۱۰۰۰ اُهم قرائت می‌شود که در این صورت دیود شورت شده و یا در هر دوجهت، نماد OL ظاهری می‌گردد که در این صورت دیود از داخل قطع گردیده است.*

شکل ۱۱ـ۴: در هنگام تست دیود با وضعیت سنجش مقاومت، با اندازه‌گیری میزان مقاومت دیود در دو جهت می‌توان از وضعیت آن آگاه شد.

در مجموع، اگر با اتصال دیود به مالتی‌متر، در هر دو بایاس، نتایج یکسانی مشاهده شود، دیود معیوب تلقی می‌گردد. مراحل تست دیود با مالتی‌متر در وضعیت سنجش مقاومت به قرار زیر است:

۱- برق مدار را قطع کرده و مطمئن شوید که هیچ ولتاژی در دیود وجود ندارد. اگر دیود تحت تست، درمدار قرار دارد ممکن است در اثر وجود یک خازن باردار، ولتاژی به آن متصل باشد. بنابراین بهتر است با قراردادن مالتی‌متر در وضعیت سنجش ولتاژهای AC یا DC، ابتدا از عدم وجود ولتاژ در دیود، اطمینان حاصل کرد.

۲- شاخص سلکتور را بر روی قسمت سنجش مقاومت قرار دهید.

۳- دیود را از مدار خارج ساخته و سرسیم‌های مالتی‌متر را به آن متصل کرده و ارقام قرائت شده را یادداشت نمایید.

۴- جای سرسیم‌ها را عوض کرده و مجدداً نتایج را یادداشت کنید.

۵- وقتی از روش سنجش مقاومت برای تست دیود استفاده می‌کنید، برای اطمینان بیشتر، نتایج کسب شده را با ارقام به‌دست آمده از یک دیود سالم و مشابه دیگر، مقایسه نمایید.

فصل دوازدهم

سنجش ظرفیت

ظرفیت

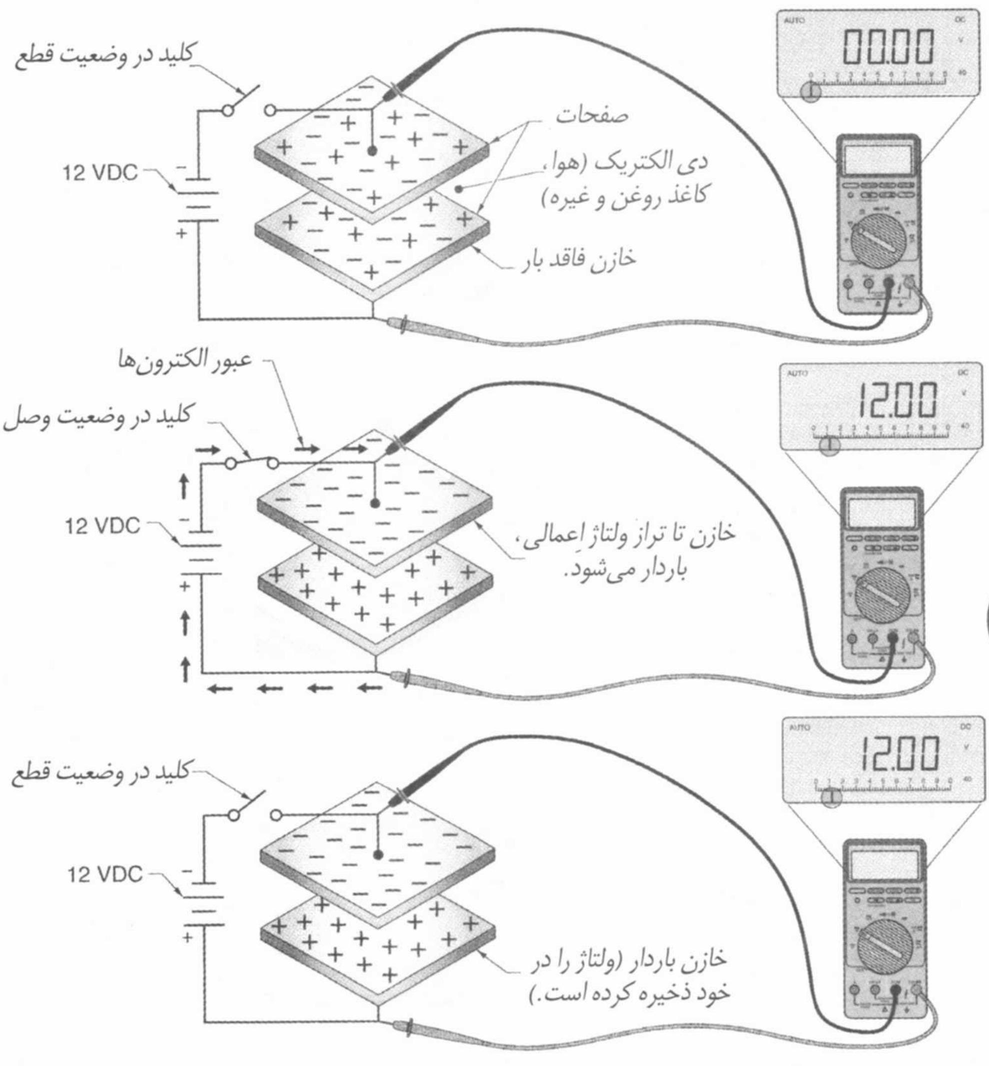
ظرفیت، توانایی یک قطعه یا مدار در ذخیره‌سازی انرژی به شکل بارهای الکتریکی می‌باشد. خازن، یک وسـیله‌ی الکتریکی است که طوری طراحی گردیده که با استفاده از یک میدان الکترواستاتیکی، قادر به ذخیره‌سـازی انـرژی الکتریکی می‌باشـد. از خازن‌ها علاوه بر مدارها و دسـتگاه‌های برقی و الکترونیکی، در صنایع هوافضا، دریایی و خودروسازی نیز استفاده می‌شود.

یک خازن از دو صفحه‌ی مجزا یا جوشن که به وسیله یک ماده‌ی عایق یا دی‌الکتریک از هم جدا شده‌اند، ساخته می‌شود. وجود ماده‌ی دی‌الکتریک بین صفحات خازن این امکان را ایجاد می‌کند که صفحات مزبور، بارهای الکتریکی را بر روی خودحفظ کنند. در این صورت بار الکترواستاتیکی موجود می‌تواند منبعی برای ذخیره‌سـازی انرژی الکتریکی تلقی شـود. بزرگی بار ذخیره شده به ولتاژ اعمال شده به صفحات مزبور، اندازه‌ی آن‌ها و کیفیت دی الکتریک به کار رفته، بستگی خواهد داشت. دی الکتریک مزبور می‌تواند از هوا، کاغذ، روغن، سرامیک، میکا یا هر ماده‌ی عایق دیگری تشکیل شده باشد (شکل ۱۲-۱).

از خازن‌هـا معمولاً در نقش صافی‌ها در مدارات AC، مسـدود کـردن عبور ولتاژ DC در مدارهای الکترونیکی، جلوگیری از مسـائل ناشی از فیدبک‌های ناخواسته و یا بهبود گشتاور اولیه‌ی استارت در موتورهای AC با استارت خازنی، سود می‌جویند.

واحد اندازه‌گیری ظرفیت، فاراد (F) است. البته در اکثر کاربردهای برقی و الکترونیکی، فاراد واحد بسـیار بزرگی به نظر می‌رسـد. در عمل، اندازه‌ی ظرفیت خازن‌ها را برحسب واحدهای کوچکتر فاراد مثل میکرو فاراد (μF) یا نانو فاراد (nF) می‌سـنجند. یک میکروفاراد، یک میلیونیم یک فاراد بوده و یک نانو فاراد، معادل 10^{-9} فاراد است.

عملکرد خازن



شکل ۱۲ـ۱: یک خازن، انرژی را به صورت بارهای الکتریکی در خود ذخیره می‌کند.

به این ترتیب هر میکروفاراد، ۱۰۰۰ نانو فاراد خواهد بود. خازن‌ها عمر محدودی داشته و در بسیاری از موارد، عامل از کار افتادن یک مدار، سیستم یا دستگاه، همین قطعات هستند. صفحات خازن‌ها می‌توانند از قسمت داخل کاملاً به هم متصل گردیده (حالت شورت یا اتصال کوتاه)، به کلی از قسمت داخلی قطع شده و یا از نظر فیزیکی و سپری شدن عمرشان، فرسوده شده و از رده خارج

گردند. اتصال کوتاه شدن یک خازن می‌تواند موجب سوختن یک فیوز شده و یا باعث خراب‌شدن قطعات دیگری از مدار گردد. وقتی قسمت داخلی یک خازن قطع و خراب می‌شود، مدار مزبور و سایر قطعات موجود در آن، قادر به انجام وظیفه‌ی عادی خود نخواهند بود. گاهی اوقات خرابی خازن قطعی و محرز نبوده و با تغییر اندازه‌ی ظرفیت خود، مسائل و مشکلات دیگری را به دستگاه موردنظر تحمیل می‌کند. بسیاری از مالتی‌مترهای امروزی قادرند به صورت مستقیم، ظرفیت‌هایی تا حدود ۱۰۰,۰۰۰ میکروفاراد را بسنجند. با استفاده از وضعیت‌های سنجش مقاومت و یا توانایی سنجش ظرفیت یک مالتی‌متر، می‌توان خازن‌ها را مورد آزمایش قرار داد. همانطوری که اشاره شد، وضعیت سنجش ظرفیت یک مالتی‌متر قادر است مستقیماً ظرفیت خازن‌هایی تا حدود چندین هزار میکروفاراد را اندازه‌گیری نموده و مقدار آن‌ها را بر روی صفحه‌ی خود نمایش دهد. وقتی مالتی‌متری فاقد چنین توانایی بوده و یا ظرفیت مزبور فراتر از رِنج مجاز دستگاه باشد (این میزان مجاز در دفترچه دستگاه قید می‌شود)، برای تست خازن می‌توان از محدوده‌ی سنجش مقاومت مالتی‌متر کمک گرفت.

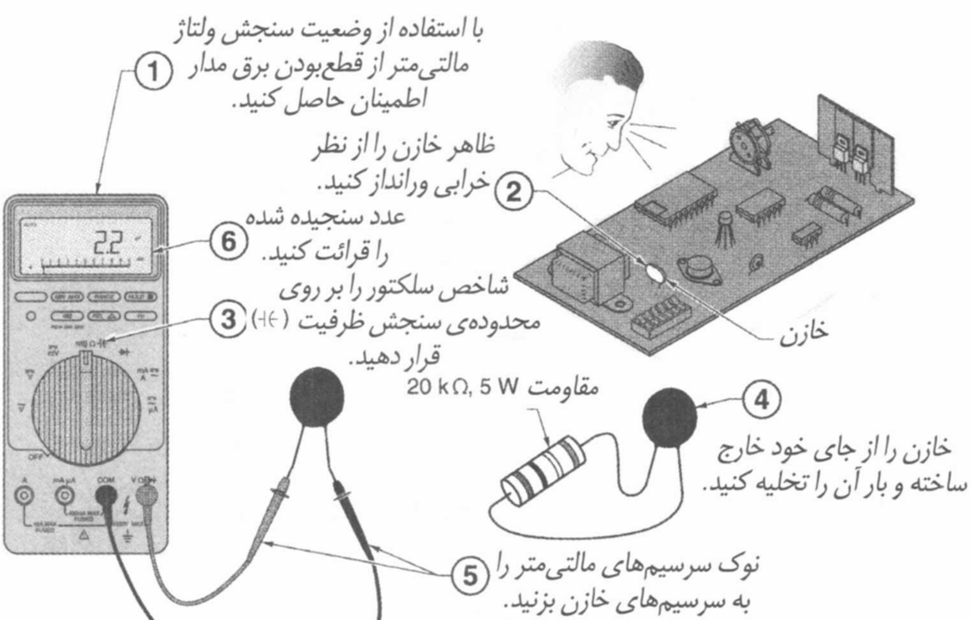
اندازه‌گیری ظرفیت با وضعیت سنجش ظرفیت مالتی‌متر

در مالتی‌مترهایی که به چنین قابلیتی مجهزند، به طور مستقیم می‌توان ظرفیت خازن‌های کوچک وبا ظرفیت پایین را سنجیده و آن را بر روی صفحه‌ی نمایش مالتی‌متر نشان داد. برای این‌کار، مالتی‌متر، خازن را با جریان مشخصی شارژ کرده، ولتاژ حاصله را سنجیده و ظرفیت خازن را محاسبه می‌نماید. نحوه‌ی اندازه‌گیری ظرفیت خازن با مالتی‌متری که مجهز به چنین قابلیتی می‌باشد را در شکل ۱۲-۲ ملاحظه می‌کنید.

احتیاط: در موقع کار با خازن‌ها توجه داشته باشید که یک خازن سالم تا مدت زیادی پس از باردار شدن و انفصال از منبع ولتاژ، بار الکتریکی را در خود ذخیره می‌نماید. لذا قبل از دست زدن به قطب‌های خازن و یا اندازه‌گیری آن، برق مدار را قطع کرده و خازن را تخلیه کنید. برای اطمینان از قطع بودن برق مدار، از قسمت سنجش ولتاژ مالتی‌متر استفاده نمایید. پس از قطع کردن برق مدار، برای تخلیه‌ی مطمئن بار خازن، یک مقاومت ۲۰ کیلو اهم ۵ وات را به مدت ۵ ثانیه بین قطب‌های خازن قرار دهید. در خازن‌های بزرگ، چون پس از تخلیه‌ی آن‌ها امکان بازیابی مجدد بار الکتریکی بر روی صفحات خازن، دور از انتظار نیست، بد نیست فرآیند ذکر شده‌ی بالا را یک یا دو مرتبه‌ی دیگر هم تکرار کرد. به‌هر حال برای اطمینان از تخلیه‌ی کامل خازن، یک بار دیگر ولتاژ صفحات آن را با مالتی‌متر، اندازه بگیرید.

۱- برق مدار را قطع کرده و با یک مالتی‌متر، از عدم وجود ولتاژ در مدار اطمینان حاصل کنید. در صورتی که خازن موردنظر در یک مدار AC به کار رفته، مالتی‌متر را بر روی محدوده‌ی سنجش ولتاژ AC گذاشته و اگر قطعه‌ی مزبور در یک مدار DC استفاده شده، مالتی‌متر را بر روی محدوده‌ی ولتاژ DC قرار دهید.

سنجش ظرفیت



شکل ۱۲ـ۲: پس از قطع ارتباط منبع ولتاژ با خازن، صفحات آن باردار باقی می‌مانند. قبل از دست زدن به پایه‌های خازن یا سنجیدن ظرفیت و یا تست آن، بار مزبور را تخلیه نمایید.

۲- از جهت ظاهری، شکل خازن را به لحاظ ایجاد ترک یا شکستگی، نشتی، ورم کردن و خرابی‌هایی از این قبیل وارانداز کنید. اگر چنین آثاری را بر روی بدنه‌ی خازنی مشاهده کردید، بدون اتلاف وقت و صرف هزینه‌های اضافی، قطعه‌ی مزبور را با خازن جدید هم ظرفیت تعویض نمایید.

۳- شاخص سلکتور را در مقابل وضعیت سنجش خازن قرار دهید. در بسیاری از دستگاه‌ها، پس از قرار دادن شاخص بر روی این وضعیت، باید از یک دکمه‌ی کمکی استفاده کرده و با چند بار فشار دادن آن، مالتی‌متر را برای چنین سنجشی آماده نمود (دفترچه راهنمای دستگاه را بخوانید).

۴- خازن را از مدار خارج کنید. یک مقاومت ۲۰ کیلو اُهم ۵ وات را به مدت ۵ ثانیه به سرسیم‌های خازن اتصال دهید. در موقع اندازه‌گیری خازن‌های کم ظرفیت، برای دقت بیشتر و حذف اثر سرسیم‌های آزمایشی دستگاه، از وضعیت نسبی سود بجویید.

توجه: برای استفاده از از وضعیت نسبی مالتی‌متر، ضمن تماس دادن سرسیم‌های دستگاه به یکدیگر، دکمه‌ی REL را فشار دهید.

۵- سرسیم‌های مالتی متر را به پایه‌های خازن بزنید. در انجام این کار عجله نکرده و تماس سرسیم‌ها به پایه‌ها را تا چند ثانیه ادامه دهید تا دستگاه این فرصت را داشته باشد که رِنج مناسب را

به صورت خودکار انتخاب نماید.

۶- عدد سنجیده شده را قرائت کنید. البته انجام این کار در صورتی ممکن است که ظرفیت مورد سنجش، در رِنج اندازه‌گیری مالتی‌متر قرار داشته باشد. در صورتی که خازن مورد آزمایش معیوب بوده و یا ظرفیتش فراتر از حد قابل سنجش مالتی‌متر باشد، نماد OL بر روی صفحه ظاهر می‌گردد.

اگر ظرفیت خازن مورد سنجش فراتر از رِنج دستگاه بود، ظاهر آن را هم از جهت ترک خوردگی، نشتی، ورم کردن و معایبی از این دست کنترل نمایید. به هر حال اگر شک کردید یکبار هم از وضعیت سنجش مقاومت استفاده کنید ولی در هر صورت اگر ظاهر خازن گویای چنان آسیب‌هایی بود، بلافاصله و بدون اتلاف وقت آن را تعویض کنید. استفاده از روش سنجش ظرفیت مالتی‌متر در مورد خازن‌هایی که ظاهر ناجور و خرابی دارند، بسیار مفید فایده می‌باشد. هر چند که در بسیاری از موارد با خازن‌هایی مواجه می‌شویم که از عهده‌ی چنان آزمایش‌هایی سربلند بیرون می‌آیند ولی در عمل، کار کرد مناسبی را از خود نشان نمی‌دهند.

آزمایش خازن با استفاده از وضعیت سنجش مقاومت

در مواردی که ظرفیت خازنی فراتر از حد قابل سنجش مالتی‌متر با استفاده از قسمت تست خازن باشد، می‌توان از وضعیت سنجش مقاومت دستگاه استفاده نمود. به علاوه، با استفاده از این قسمت مالتی‌متر می‌توان از توانایی شارژ شدن خازن و همچنین نگهداری بار مزبور نیز آگاهی یافت.

جهت آزمایش یک خازن برای اطلاع از شارژ شدن آن، مقدار مقاومت آن را در مرور زمان اندازه‌گیری می‌کنند. خازنی که کاملاً خالی باشد، با اولین اتصال سرسیم‌های مالتی‌متر به پایه‌هایش، مقاومت کمی را از خود نشان می‌دهد و با شارژ تدریجی، مقاومت آن هم به تدریج زیاد می‌گردد. این افزایش مقاومت آنقدر ادامه می‌یابد تا خازن کاملا پرشود و با تکمیل ظرفیت قطعه، نماد OL بر روی صفحه پدیدار می‌گردد. وقتی خازنی اتصال کوتاه (شورت) شده باشد، اصلاً شارژ نشده و با اتصال سرسیم‌های مالتی‌متر به آن، صفحه‌ی دستگاه، عدد صفر یا مقاومت اندکی را نمایش می‌دهد. چنین خازنی بی ارزش بوده و بلافاصله باید تعویض شود.

برای این‌که از توانایی شارژ شدن یک خازن مطلع شوید، از مالتی‌متر سود جسته و خازن را تا مقاومت خاص و از قبل تعیین شده‌ای، شارژ کنید. به محض رسیدن به مقاومت مزبور، سرسیم‌ها را از پایه‌های خازن جدا سازید. در این صورت میزان مقاومت مزبور باید تقریباً ثابت بماند و با اتصال مجدد سرسیم‌های مالتی‌متر به پایه‌های قطعه، میزان مقاومت باید مجدداً سیر صعودی خود را از همان مقدار قبلی از سر بگیرد. خازنی که نتواند بار ذخیره شده را حفظ کند خراب بوده و باید تعویض گردد. مراحل تست خازن‌ها با استفاده از وضعیت سنجش مقاومت را در شکل ۱۲-۳ ملاحظه می‌کنید.

۱- با استفاده از یک مالتی‌متر اطمینان یابید که برق مدار قطع است. در صورتی که خازن موردنظر در یک مدار AC یا DC قرار دارد، شما هم مالتی‌متر را به ترتیب در وضعیت سنجش ولتاژهای AC یا DC قرار داده و از عدم وجود ولتاژ در صفحات یا پایه‌های خازن مطمئن گردید.

آزمایش خازن با استفاده از وضعیت سنجش مقاومت



خازن سالم: با اتصال سرسیم‌ها به قطعه، مالتی‌متر، نمایش مقدار سنجیده شده را از حوالی نیمی از رِنج انتخابی خود آغاز کرده و عمل شارژ ادامه می‌یابد.

خازن خراب: با اتصال سرسیم‌ها به قطعه، مالتی‌متر نمایش مقدار سنجیده شده را از صفر شروع کرده و به تدریج شارژ می‌شود.

خازن سالم: با اتصال سرسیم‌ها، مقاومت قطعه از صفر شروع شده و به بی‌نهایت ختم می‌شود.

خازن اتصال کوتاه شده: به مجرد اتصال سرسیم‌ها، صفحه‌ی نمایش عدد صفر را نشان می‌دهد.

خازن قطع: کلاً نماد OL نشان داده شده و هیچ تغییری در آن پدید نمی‌آید.

شکل ۱۲ـ۳: وقتی ظرفیت خازن فراتر از میزان قابل سنجش با قسمت تست خازن مالتی‌متر است باید از وضعیت سنجش مقاومت دستگاه کمک گرفت.

احتیاط: *یک خازن سالم تا مدت زیادی، انرژی ذخیره شده را در خود حفظ می‌کند. قبل از دست زدن به پایه‌های قطعه و یا انجام هرگونه تست خازنی، برق مدار را قطع کرده و آن را تخلیه نمایید. برای اطمینان از قطع بودن برق مدار، از یک مالتی‌متر استفاده کنید. برای تخلیه‌ی ایمن یک خازن، پس از قطع‌کردن برق مدار، یک مقاومت ۲۰ کیلو اُهم ۵ وات را به مدت ۵ ثانیه به قطب‌های آن اتصال دهید. در خاتمه یکبار دیگر از مالتی‌متر کمک گرفته و از عدم وجود ولتاژ در پایه‌های خازن مطمئن شوید.*

۲- قبل از انجام هرگونه آزمایش، ظاهر خازن را وارانداز کرده و بدنه‌ی آن را از نظر خرابی‌هایی مثل نشتی، ترک‌خوردگی، ورم‌کردن و چیزهایی از این دست کنترل نمایید. اگر چنین آثاری را در ظاهر خازن مشاهده کردید، بدون درنگ، قطعه را تعویض کنید.

۳- شاخص سلکتور را در وضعیت سنجش مقاومت قرار دهید.

۴- خازن را از مدار خارج کرده و تخلیه نمایید. برای تخلیه‌ی خازن، یک مقاومت ۲۰ کیلو اُهم ۵ وات را به مدت ۵ ثانیه به قطب‌های خازن اتصال دهید.

۵- در صورتی که مالتی‌متر به وضعیت انتخاب رِنج خودکار مجهز است، دستگاه خودبه‌خود رِنج مناسب را انتخاب می‌نماید. به یاد داشته باشید که بهترین و مناسب‌ترین رِنج ممکن، با انتخاب خازن‌های مختلف، تغییر می‌کند. گاهی اوقات شاید برای انتخاب رِنج مناسب مجبور شوید رِنج‌های گوناگونی را امتحان نمایید تا مناسب‌ترین آن‌ها را برای یک خازن خاص پیدا کنید.

۶- پس از تخلیه‌ی خازن، سرسیم‌های مالتی‌متر را به پایه‌های خازن بزنید. میزان مقاومت خازن در صفحه‌ی نمایش ظاهر گردیده و اندازه‌ی آن با یک روند صعودی و پیوسته زیاد شده و در نهایت با نماد OL خاتمه می‌یابد. مدت زمان لازم برای ظهور نماد OL بر روی صفحه‌ی نمایش به رِنج انتخابی بستگی دارد. معمولاً استفاده از رِنجی که به موجب آن، ظهور نماد OL بر روی صفحه‌ی نمایش، ۱۰ ثانیه یا کمی بیشتر به طول انجامد، ارجح‌تر است. در انجام این کار ممکن است ناچار شوید رِنج‌های مختلفی را محک بزنید. فراموش نکنید که برای تست‌کردن یک رِنج جدید، حتماً، ابتدا، بار ذخیره شده‌ی قبلی را تخلیه نمایید. در خلال این فرآیند، شارژ خازن به توسط یک منبع تغذیه DCی ضعیف (باتری مالتی‌متر) صورت می‌گیرد و به این لحاظ برای تکرار عملیات و انتخاب رِنج بعدی، برای تخلیه‌ی خازن باید از یک تکه سیم کم مقاومت استفاده نمود. اگر مالتی‌متر به نمودار میله‌ای مجهز است، عملکرد قطعه را می‌توان با تغییر ایجاد شده در نمودار مزبور پیگیری نمود.

۷- در صورتی که میزان مقاومت نشان داده شده به وسیله‌ی مالتی‌متر در حد اندکی باقی مانده و خازن شارژ نمی‌شود، خازن اتصال کوتاه شده و باید تعویض گردد. اگر مقدار مقاومت قرائت شده بسیار زیاد باشد (OL) نیز خازن معیوب بوده و احتمالاً قطعی دارد و باید تعویض گردد. درصورتی‌که مقدار مقاومت سنجیده شده به گونه‌ای باشد که قابل شارژ بودن خازن را تایید نماید، در وهله‌ی بعدی می‌توان قطعه را از جهت توانایی نگهداری بارهای الکتریکی، مورد آزمایش قرار داد.

۸- برای آزمایش خازن در راستای توانایی نگهداری بارهای الکتریکی، از چنان رِنجی استفاده کنید که به ازای آن، شارژ خازن به زمانی معادل ۱۰ ثانیه یا بیشتر نیاز داشته باشد.

۹- سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌متر را به پایه‌های یک خازن کاملاً تخلیه شده بزنید و به مالتی‌متر مجال بدهید که آن را تا نیمی از رِنج انتخابی، پر کند. در صورتی که مالتی‌متر به نمودار میله‌ای مجهز است، به دستگاه فرصت بدهید تا شارژ خازن را تا نقطه‌ی میانی نمودار مزبور ادامه دهد. وقتی نمودار میله‌ای به حوالی نقطه‌ی میانی خود رسید، عدد نشان داده شده در صفحه‌ی مالتی‌متر را قرائت کرده و سرسیم‌ها را از خازن جدا کنید. ۳۰ ثانیه صبر کرده و مجددا سرسیم‌ها را به قطب‌های خازن بزنید. درصورتی‌که خازن سالم بوده و توانایی نگهداری بارهای الکتریکی را داشته باشد، به مجرد وصل مجدد سرسیم‌ها، عدد نشان داده شده بر روی صفحه باید از همان مقدار قبلی (زمان قطع کردن سرسیم‌ها) از سر گرفته شود. اگر احساس کردید که با وصل مجدد سرسیم‌ها، کار با عدد بسیار کمتری از میزان قبلی از سر گرفته شد، خازن معیوب بوده و باید تعویض شود. در موقع وصل مجدد سرسیم‌های مالتی‌متر به قطب‌های خازن، دقت کنید که سرسیم‌های قرمز و مشکی دستگاه به همان پایه‌های قبلی خازن متصل شده و به اصطلاح جابه‌جا نشوند. اگر جای این سرسیم‌ها را جابه‌جا کنید، خازن شروع به تخلیه کرده و عدد نمایش داده شده یک روند نزولی را در پیش خواهد گرفت.

فصل سیزدهم

ضمائم مالتی‌مترهای دیجیتالی

کاربردهای ضمائم مالتی‌مترهای دیجیتالی

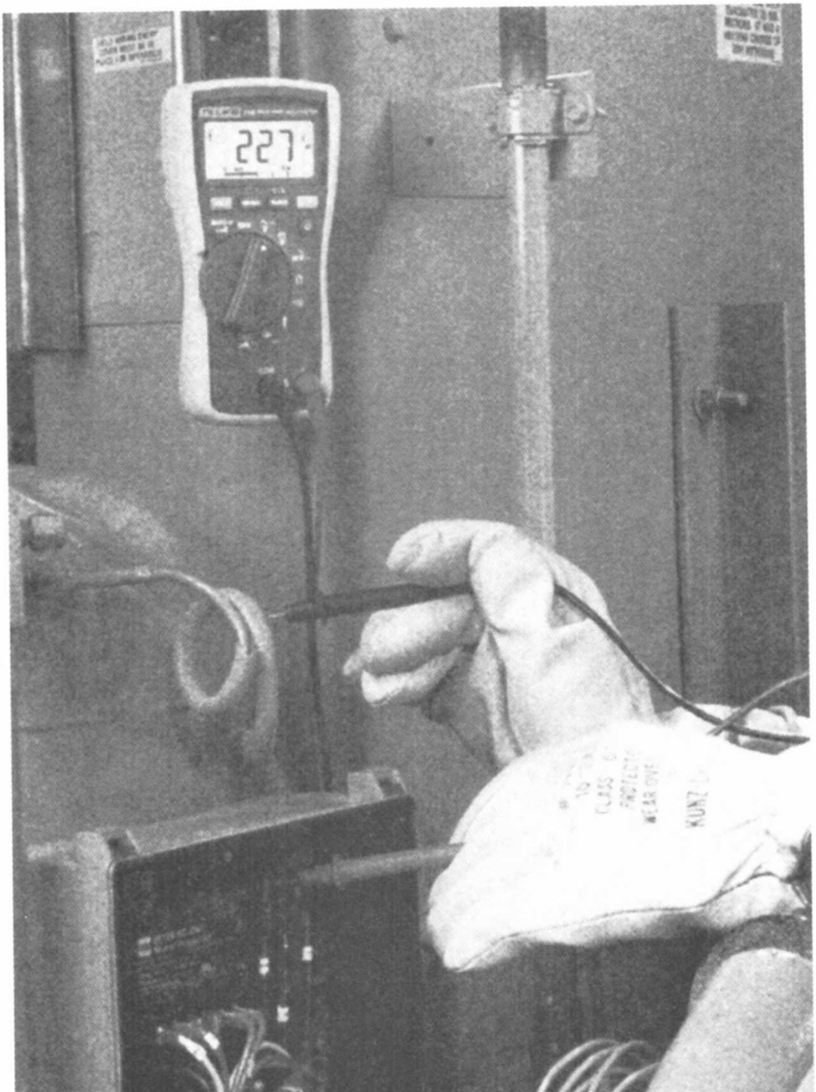
مالتی‌مترها، ماهیتاً برای اندازه‌گیری‌های الکتریکی اصلی یعنی سنجش اندازه‌ی مقاومت‌ها و ولتاژهای AC و DC طراحی شده‌اند. برای سنجیدن پارامترهای خاص و متفرقه، به همراه مالتی‌مترها از ضمائم و ملحقات ویژه‌ای استفاده می‌شود. برای بالابردن بازدهی مالتی‌متر و مفیدتر شدن آن، وسائل و ضمائم جداگانه‌ای پیش‌بینی شده‌اند که با اتصال آن‌ها به دستگاه، می‌توان کارآیی مالتی‌متر را افزایش داد. ضمائم مالتی‌مترها بسیار متعدد و گوناگون بوده و نوع آن‌ها را کاربرد موردنظر، مشخص می‌سازد. وقتی یک مالتی‌متر برای عیب‌یابی‌های مختلف مورد استفاده واقع می‌شود، باید ضمائم مناسب و ضروری آن کاربردها را برای دستگاه فراهم نمود.

برای مثال وقتی قرار است از یک مالتی‌متر در محیط‌های آلوده و شلوغ استفاده کرده و یا تعمیرکار ناچار است برای عیب‌یابی و قرائت ارقام، دستگاه را به جایی تکیه داده یا از مکانی آویزان کند، بهتر است برای مالتی‌متر یک کیف یا محفظه‌ی دائمی در نظر بگیرد تا علاوه بر محافظت از آن، امکان آویختن دستگاه نیز میسر گردد. حتی وجود یک ساک نه‌چندان بزرگ که بتوان دستگاه را در مواقعی که بلا استفاده است، به‌همراه ضمائمش در آن قرار داد، فکر بدی نیست. یکی از ضمائم بسیار مفید که در شکل ۱۳-۱ نشان داده شده است یک قلاب یا واسطه‌ی مغناطیسی است که یک طرفش به بدنه‌ی دستگاه متصل شده و آهنربای آن این امکان را در اختیار کاربَر قرار می‌دهد که مالتی‌متر را به یک نقطه‌ی فلزیِ در معرض دید خود، محکم کرده و کمیت مورد نظر را قرائت نماید.

سرسیم‌های آزمایشی، گیره‌ها و نوک‌های مختلف

در داخل جعبه‌ی مالتی‌متر، علاوه بر خود دستگاه، یک جفت سرسیم آزمایشی عمومی هم وجود

دارد. سرسیم‌های آزمایشی در واقع یک جفت سیم انعطاف پذیر و روکش‌دارند که رابط مالتی‌متر و نقاط مورد آزمایش می‌باشند.



شکل ۱۳ـ۱: استفاده از یک قلاب مغناطیسی به کار گیری مالتی‌متر را تسهیل کرده و کاربَر می‌تواند کمیت موردنظر را با راحتی بیشتری قرائت نماید.

ضمائم مالتی‌مترهای دیجیتالی

این سرسیم‌ها معمولاً در یک انتهای خود، نوک ثابتی دارند که به نقطه‌ی مورد آزمایش ارتباط می‌یابد و در انتهای دیگر به سرفیش نَر موزی شکلی وصل گردیده اند که با ترمینال‌های مالتی‌متر، جفت می‌شوند. در یک انتهای برخی از این سرسیم‌های آزمایشی، تبدیلی در نظر گرفته شده که به وسیله‌ی آن می‌توان از نوک‌ها و اتصالات متنوعی کمک گرفت. وجود این تبدیل‌ها بسیار مفید فایده بوده و به کمک آن‌ها می‌توان بدون درآوردن و جازدن‌های پی‌درپی سرسیم‌ها، از ضمائم مختلفی استفاده نمود (شکل ۱۳-۲). سرسیم‌های مالتی‌متر باید بسیار انعطاف‌پذیر بوده و روکش دوبل داشته باشند تا در مقابل ترک خوردگی و پارگی، مقاومت نمایند.

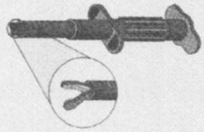
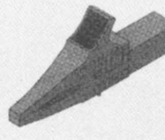
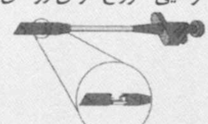
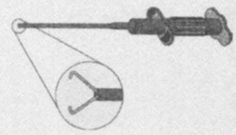
سرسیم‌های آزمایشی



شکل ۱۳-۲: برخی از سرسیم‌های آزمایشی، رابط‌ها یا تبدیل‌هایی دارند که به کمک آن‌ها می‌توان بدون تعویض کردن مرتب سرسیم‌ها و فرسوده کردن ترمینال‌های اصلی مالتی‌متر، ضمایم مختلفی را به آن‌ها متصل نمود.

احتیاط: *همیشه وضعیت روکش سرسیم‌ها را از جهت فرسودگی و پارگی بازرسی کنید. سرسیم‌های آسیب‌دیده باید بلادرنگ تعویض گردند. از قطع نبودن سرسیم‌ها و همچنین زیاد نبودن مقاومت آن‌ها هم اطمینان حاصل نمایید. هیچگاه از سرسیم‌های معیوب برای آگاهی از برقدار بودن یا نبودن یک قطعه یا مدار استفاده نکنید.*

انواع گیره‌های آزمایشی

گیره	توضیح
گیره‌ی صنعتی 	یک جور گیره‌ی سوسماری عایق‌دار و فنری است که بیشتر برای اتصال سرسیم‌های مالتی‌متر به نقاط مورد آزمایش حجیم و بزرگ مثل پیچ ترمینال‌های تابلوهای برق یا اتصال زمین دستگاه‌ها به کار می‌رود.
گیره‌ی قلاب‌دار 	یک جور گیره‌ی عایق‌دار و فنری است که نوک قلاب مانندی دارد و برای اتصال سرسیم‌های مالتی‌متر به نقاط مورد آزمایش ظریف و نازک مثل سرسیم‌های مقاومت‌ها و قطعات مشابه به کار می‌رود.
گیره‌ی سوسماری غلاف‌دار 	یک جور گیره‌ی عایق دار است که برای اتصال‌دهی به نقاط مورد آزمایش و یا نوک سرسیم‌های آزمایشی مالتی‌مترها به کار می‌رود.
گیره‌ی سوسماری با فَک‌های بزرگ 	یک جور گیره‌ی عایق دار که برای اتصال به نقاط مورد آزمایش حجیم و بزرگ به کار می‌رود.
گیره باتوانایی سوراخ کردن روکش سیم 	یک جور گیره‌ی عایق دار فنری که با سوراخ‌کردن جزیی روکش سیم موردنظر، با قسمت هادی سیم، تماس الکتریکی پیدا می‌کند.
گیره با قابلیت گرفتن نقاط یا سیم‌های ظریف 	یک جور گیره‌ی عایق دار فنری که در قسمت نوک خود، فک‌های قلاب‌مانند ظریفی داشته و تعمیرکار می‌تواند با اعمال فشار به دسته‌ی آن، فک‌ها را از هم بازکرده و به نقطه یا سیم موردنظر قلاب نماید. با برداشتن فشار از انتهای این گیره، فک‌ها بسته شده و سیم موردنظر را در خود می‌فشارند. استفاده از این گیره در مواردی که نقطه‌ی مورد آزمایش جای دست یا بادخور مناسبی ندارد بسیار مفید فایده است.

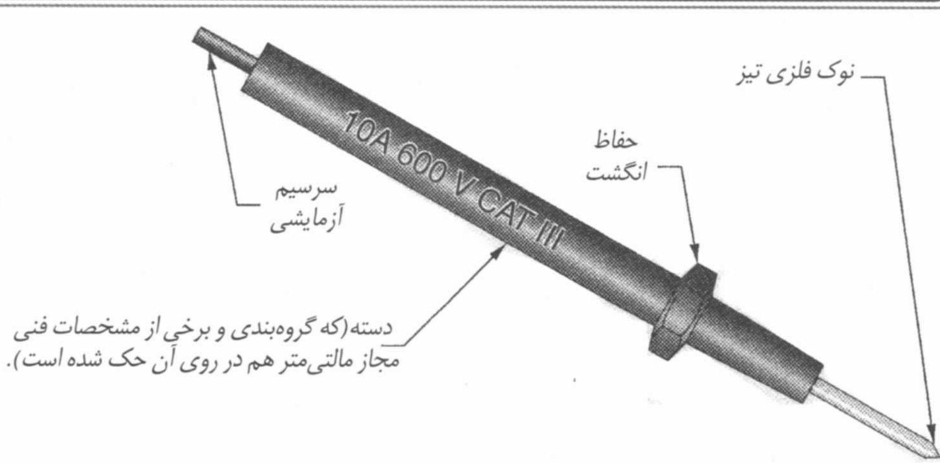
شکل ۱۳ـ۳: هرکدام از گیره‌های آزمایشی مختلف برای اتصال به نقاط موردنظر از کارآیی خاص خودشان سود می‌جویند.

برای اطلاع از قطع نبودن سرسیم‌های آزمایشی، سلکتور مالتی‌متر را باید در وضعیت سنجش مقاومت قرار داده و نوک آن‌ها را به‌هم متصل نمود. عدد نشان داده شده بر روی صفحه‌ی دستگاه، میزان مقاومت آن‌ها را مشخص می‌سازد. معمولاً مقاومت یک جفت سرسیم سالم چیزی در حدود ۰/۲ الی ۰/۵ اُهم می‌باشد. در صورتی‌که با انجام مراحل بالا، با سرسیم‌هایی روبه‌رو شدید که مقاومت‌شان بیش از این مقادیر بود، سرسیم‌ها خراب بوده و باید تعویض گردند.

در بسیاری از کاربردهای مختلف، کاربَر ناچار است از گیره‌ها یا نوک‌های مختلفی استفاده نماید. یک گیره‌ی آزمایشی، یکی از ضمائم مالتی‌متر محسوب می‌شود که به انتهای سرسیم‌ها متصل شده و برای انجام برخی اندازه‌گیری‌های خاص به کار می‌رود. این گیره‌ها باید از فک‌ها و عایق بندی‌های مناسبی برخوردار بوده و با برداشتن فشار دست کاربَر از روی دسته‌ی آن‌ها، به طور محکم و مناسبی به نقاط موردنظر متصل گردند. برای سنجش‌ها و اندازه‌گیری‌های گوناگون، مطلقاً نباید از گیره‌های سوسماری فاقد روکش و بدون عایق استفاده نمود. در شکل ۱۳-۳، برخی از این گیره‌ها که در کاربردهای مختلفی به کار می‌روند را ملاحظه می‌نمایید.

نوک‌های آزمایشی ملحقاتی هستند که به سرسیم‌های مالتی‌متر متصل شده و امکان ایجاد تماس الکتریکی با نقاط مورد سنجش را فراهم می‌سازند. نوک‌های آزمایشی استاندارد، سرهای فلزی تیزی دارند که در داخل یک دسته‌ی عایق جاسازی شده‌اند. از این نوک تیز فلزی علاوه برآنکه برای ایجاد تماس الکتریکی با نقاط کور و تنگ و متراکم مدار استفاده می‌شود، برای سوراخکاری عایق‌ها و روکش سیم‌ها و تماس با قسمت هادی آن‌ها نیز، سود می‌جویند (شکل ۱۳-۴).

نوک سرسیم‌های آزمایشی



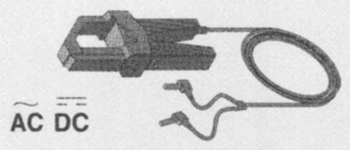
شکل ۱۳-۴: از نوک‌های آزمایشی تیز و ظریف برای ایجاد تماس الکتریکی با نقاط کور و متراکم مدار استفاده می‌شود. با فشاردادن این جور نوک‌ها به قسمت عایق سیم‌ها می‌توان با قسمت فلزی و هادی سیم، تماس الکتریکی ایجاد نمود.

در هنگام انجام کارهای سنگین، صنعتی و ولتاژ بالا، باید توجه داشت که سرسیم‌ها و نوک‌ها، هردو از مشخصات مجاز و مناسب کاربرد موردنظر برخوردار باشند. این نوک‌ها باید به حفاظ مناسب انگشتان مجهز بوده و جنس و ضخامت قسمت دسته‌ی آن‌ها طوری باشد که ایمنی کامل کاربَر را تامین نمایند. برخی از نوک‌ها یا سرسیم‌های آزمایشی ویژه باعث افزایش رِنج سنجش مالتی‌متر شده و توانایی‌های دستگاه را ارتقاء می‌بخشند.

سرسیم‌های گیره‌ای برای سنجش شدت جریان

از سرسیم‌های گیره‌ای سنجش شدت جریان برای افزایش رِنج سنجش شدت جریان و عدم نیاز به قطع‌کردن مدار برای انجام این اندازه‌گیری بهره می‌گیرند. در این فرآیند، برای اندازه‌گیری شدت جریان، از بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم حامل برق، استفاده می‌شود. در اکثر موارد، استفاده‌ی از این ملحقات سنجش جریان بر سایر روش‌ها و وسایل ترجیح داده شده و به خصوص بهره‌گیری از آن‌ها در مدارات با ولتاژهای بالا، با ایمنی مناسب‌تری همراه است. در مواردی که خاموش‌کردن برق مدار برای قطع قسمتی از آن و قراردادن سری مالتی‌متر در مدار، مقدور و عملی نیست، بهره‌گیری از این ملحقات توصیه می‌شود (شکل ۱۳-۵).

سرسیم‌های گیره‌ای برای سنجش شدت جریان

نوع سرسیم	توضیحات
ضمیمه‌ی گیره‌ای برای سنجش جریانات AC 	*فقط برای سنجش جریانات AC در حد مجاز و قابل قبول گیره. بهترین روش برای سنجش شدت جریانات AC بخصوص در جریان‌های بالا که امکان خاموش کردن مدار و قطع آن برای سری کردن مالتی‌متر، مقدور نمی‌باشد.*
ضمیمه‌ی گیره‌ای برای سنجش جریانات AC و DC 	*برای اندازه‌گیری جریانات AC وDCی در حد مجاز و قابل قبول گیره. بهترین روش برای سنجش جریانات AC وDC بخصوص در جریان‌های بالا و مواردی که امکان خاموش کردن مدار و قطع آن برای سری کردن مالتی‌متر، مقدور نمی‌باشد.*

شکل ۱۳-۵: سرسیم‌های گیره‌ای، برای سنجش شدت جریان جاری در یک مدار، از بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف یکی از سیم‌های مدار سود می‌جویند.

سرسیم‌های ویژه‌ی سنجش ولتاژهای بالا

این سرسیم‌ها یکی از ملحقات مالتی‌مترها هستند که رنج ولتاژ قابل اندازه‌گیری مالتی‌متر را افزایش می‌دهند. این وسیله در داخل خود، مقاومت بسیار بالایی دارد که به مقاومت مدار داخلی مالتی‌متر افزوده می‌شود. با وجود این مقاومت، ولتاژ واقعی که در نقاط مورد آزمایش وجود دارد هزار برابر کمتر شده و ولتاژ تقلیل یافته‌ی مزبور، به مدار داخلی مالتی‌متر، اعمال می‌گردد. برای مثال به‌طوری که در شکل ۱۳-۶ ملاحظه می‌کنید، با اتصال نوک سرسیم‌ها به قسمت «های ولتاژ» لامپ تصویر تلویزیون، ولتاژ ۲۵ کیلوولت (۲۵۰۰۰ ولت) موجود به ۲۵ ولت کاهش یافته و به مالتی‌متر اعمال می‌گردد. این سرسیم‌های ویژه را برای اندازه‌گیری ولتاژهای بسیار بالا ولی با توان کم، مثل لامپ تصویر تلویزیون و سیستم‌های جرقه زنی الکترونیکی خودروها و موارد مشابه، طراحی کرده‌اند.

لذا این ملحقات را نباید در اندازه‌گیری ولتاژهای بالا و پرتوان و آمپردار مثل سیستم‌های توزیع انرژی «های ولتاژ»، کوره‌های القایی، دستگاه‌ها و تجهیزات مولد اشعه ایکس و فرستنده‌های رادیویی و تلویزیونی، مورد استفاده قرار داد.

> **احتیاط:** *از سرسیم‌های ویژه‌ی سنجش ولتاژهای بالا، فقط می‌توان در اندازه‌گیری ولتاژهای بسیار بالا ولی با توان کم استفاده نمود. برای رعایت موارد ایمنی و ممانعت از برق‌گرفتگی و وارد آمدن آسیب به کاربَر و دستگاه، از انجام اینگونه اندازه‌گیری‌ها در محیط‌های مرطوب جداً خودداری نمایید. همیشه در هنگام انجام این‌جور اندازه‌گیری‌ها، دستکش لاستیکی به دست کرده و تا حد امکان، فقط از یک دست خود استفاده کنید. به‌خاطر ایجاد جرقه‌های احتمالی، در حین سنجش، استفاده از عینک ایمنی، توصیه می‌شود.*

دما

به‌طور خیلی خلاصه و مختصر، دما، معیاری برای اندازه‌گیری شدت و ضعف گرما است. گرما یک انرژی حرارتی است. دما را معمولاً برحسب درجه‌ی فارنهایت (°F)یا درجه‌ی سانتیگراد (°C) می‌سنجند. از آنجایی که در کارهای برقی و الکترونیکی ممکن است با هردوی این واحدها برخورد داشته باشید، دانستن روش تبدیل این دو مقیاس به هم جزو ضروریات می‌باشد. (شکل ۱۳-۷).

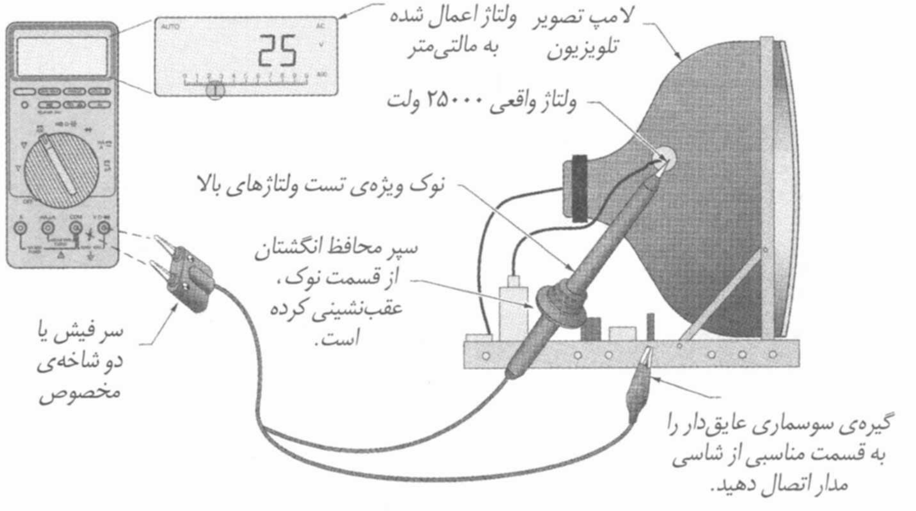
برای تبدیل فارنهایت به سانتیگراد، ۳۲ واحد از آن کسر کرده و حاصل را به عدد ۱/۸ تقسیم نمایید. یعنی:

$$^{\circ}C = \frac{(^{\circ}F - 32)}{1.8}$$

که در آن: $^{\circ}C$ معرف درجه‌ی سانتیگراد و $^{\circ}F$ نشانه درجه‌ی فارنهایت است. برای تبدیل درجه‌ی سانتیگراد به درجه‌ی فارنهایت، از رابطه‌ی زیر کمک بگیرید:

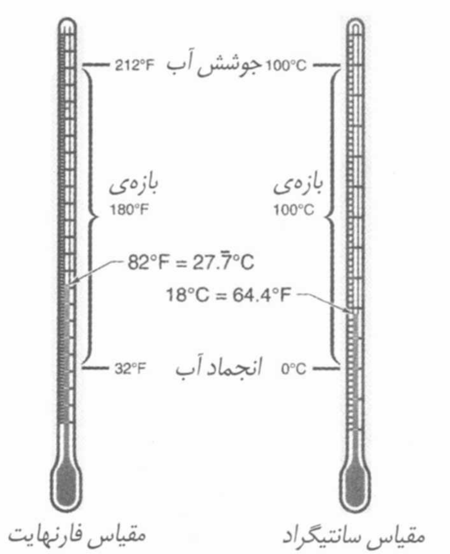
$$^{\circ}F = (1.8 \times {}^{\circ}C) + 32$$

سرسیم‌های ویژه‌ی سنجش «های ولتاژ»



شکل ۱۳ـ۶: سرسیم‌های ویژه‌ی سنجش ولتاژهای بالا، رِنج ولتاژ قابل اندازه‌گیری مالتی‌متر را افزایش می‌دهند.

تبدیل دما



تبدیل فارنهایت به سانتیگراد

۸۲ درجه‌ی فارنهایت را به سانتیگراد تبدیل کنید.

$°C = \frac{(°F-32)}{1.8}$

$°C = \frac{(82-32)}{1.8}$

$°C = \frac{50}{1.8}$

$°C = \mathbf{27.\overline{7}°C}$

تبدیل سانتیگراد به فارنهایت

۱۸ درجه‌ی سانتیگراد را به فارنهایت تبدیل کنید.

$°F = (1.8 \times °C) + 32$

$°F = (1.8 \times 18) + 32$

$°F = 32.4 + 32$

$°F = \mathbf{64.4°F}$

شکل ۱۳ـ۷: دما را معمولاً بر حسب درجه‌ی سانتیگراد یا فارنهایت می‌سنجند.

نوک‌های ویژه‌ی سنجش دما

به کمک این ضمیمه‌ی اضافی می‌توان دمای سیالات، گازها، سطوح و لوله‌ها را به توسط مالتی‌متر مشخص نمود. نوع نوک موردنیاز به ماده یا محل موردسنجش، رِنج اندازه‌گیری دما و دقت مورد نظر بستگی دارد. برای ضبط تغییرات ایجاد شده در مقادیر مورد اندازه‌گیری، می‌توان از قابلیت‌های ضبط «حداقل ـ حداکثر» و «نسبی» استفاده نمود.

نوک‌های سنجش دمای تماسی

این جور ملحقات مالتی‌متر وسایلی هستند که دمای نقاط موردنظری را که مستقیما با نوک سرسیم آزمایشی تماس دارند، می‌سنجند. با این جور سرسیم‌ها و متناسب با نوک به کار رفته، می‌توان دمای سیالات، جامدات و گازهای مختلف را سنجید. در مالتی‌مترهایی که از توانایی‌سنجش دما بهره‌مند هستند، می‌توان این‌گونه سرسیم‌های آزمایشی را به مالتی‌متر اتصال داده و با قراردادن شاخص سلکتور در مقابل محدوده‌ی سنجش دما، دمای نقطه‌ی موردنظر را مستقیماً از صفحه‌ی دستگاه قرائت نمود.

درصورتی که مالتی‌متری فاقد قابلیت سنجش دما باشد، می‌توان از یک خشاب دمایی که قابلیت اتصال به مالتی‌متر مزبور را دارد استفاده نمود. در موقع بهره‌گیری از این جور خشاب‌ها، مالتی‌متر را باید برای اندازه‌گیری mV.DC آماده و تنظیم نمود. به طوری که در شکل ۱۳-۸ هم ملاحظه می‌کنید، اکثر خشاب‌های دمایی طوری طراحی شده‌اند که به ازای هر درجه‌ی سانتیگراد یا فارنهایت تغییرات دما، یک میلی ولت DC را به دستگاه انتقال می‌دهند.

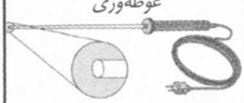
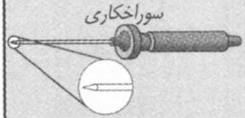
احتیاط: *هرگز از نوک‌های سنجش دمای تماسی، برای اندازه‌گیری دمای مدارات برقدار، استفاده نکنید.*

اکثر این جور نوک‌های تماسی، برای سنجش دما، از یک ترموکوپل استفاده می‌کنند. ترموکوپل وسیله‌ای است که از دو تیغه‌ی فلزی مختلف الجنس متصل به هم، تشکیل شده است. وقتی محل پیوند این دو فلز به‌هم گرم می‌شود، در دو انتهای دیگر، ولتاژی تولید می‌گردد که متناسب با گرمای اعمال شده یا به عبارتی دمای محیط است. هرچه میزان گرمای داده شده به محل پیوند دو فلز بیشتر باشد، ولتاژ تولید شده در دو انتهای دیگر هم زیادتر خواهد بود. البته ولتاژ مزبور مختصر و در حد میلی ولت است. نوک سنجش دمای تماسی، که شامل ترموکوپل می‌باشد، به یک خشاب سنجش دما وصل شده و مجموعه، به مالتی‌متر متصل می‌گردند. ولتاژ تولیدی که معمولاً برحسب میلی ولت DC می‌باشد، با ضریب تبدیلی که معادل ۱ میلی ولت به ازای هر درجه‌ی سانتیگراد یا فارنهایت است، به یک مقیاس دمایی مبدل می‌گردد.

احتیاط: هنگام سنجش دما، حتماً از نوک هایی استفاده کنید که تحمل دمای مجاز آن‌ها بیشتر از دمای تخمینی محل یا ماده‌ی نظر بوده و برای سنجش دماهای بالا حتماً از پوشاک و لوازم حفاظتی مناسب آن دماها، مثل عینک، دستکش و غیره استفاده نمایید.

نوک‌های سنجش دمای تماسی



کاربرد سنجش دما	نوع نوک آزمایشی
سطح لوله‌ها	ضمیمه‌ی سنجش دما با گیره‌ی ویژه برای اتصال به بدنه‌ی لوله 
سنجش دمای هوا، سطوح و سیالات غیر خورنده	نوک سنجش دمای عمومی 
سیالات و ژل‌ها	نوک سنجش دما با قابلیت غوطه‌وری 
سنجش دمای مواد غذایی	نوک سنجش دما با قابلیت سوراخکاری 
سطوح تخت یا محدب (برجسته)	نوک سنجش دمای سطوح 
هوا و گازهای مختلف	نوک سنجش دمای هوا 

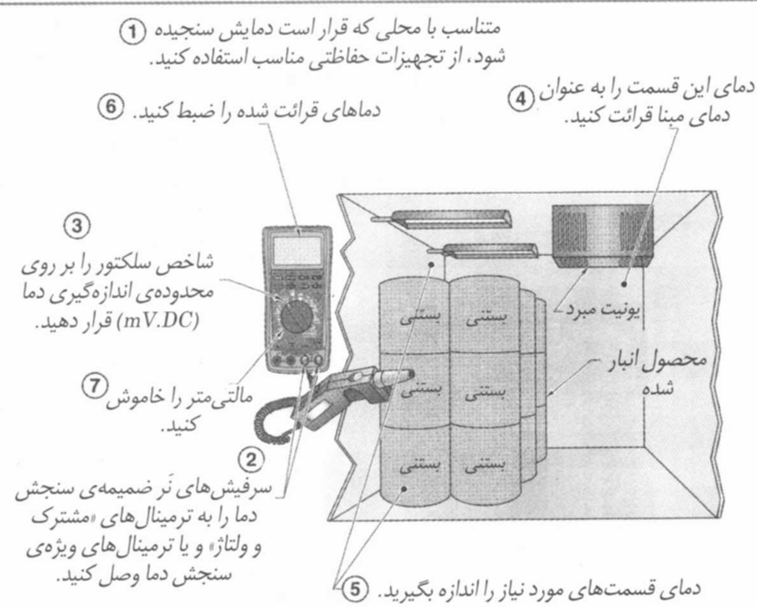
شکل ۱۳ـ۸: نوک سنجش دمای تماسی یکی از ملحقات مالتی‌متر است که با تماس مستقیم با نقطه‌ی مورد آزمایش، دمای آنجا را مشخص می‌سازد.

نوک‌های سنجش دمای غیر تماسی

از این جور نوک‌ها برای اندازه‌گیری دمای مدارات برقدار و یا سنجش دمای یک قطعه‌ی متحرک استفاده می‌شود. نوک دمایی مادون قرمز در واقع یک جور وسیله‌ی سنجش دمای غیر تماسی است که با جذب انرژی مادون قرمز منتشر شده از یک محیط، قطعه یا ماده، دمای آن را می‌سنجد. همه‌ی مواد، متناسب با دمایی که دارند، از خود انرژی مادون قرمزی منتشر می‌سازند. از نوک‌های دمایی مادون قرمز در اندازه‌گیری دمای سیستم‌های توزیع انرژی، موتورها، یاتاقان‌ها و مدارات سویچینگ استفاده می‌شود. با وجودی که افزودن اینگونه ملحقات مادون قرمز به مالتی‌مترها برای انجام سنجش‌های دمایی غیر تماسی بلامانع می‌باشد ولی معمولاً استفاده از دماسنج‌های مادون قرمز مستقل و جداگانه، ارجح‌تر است. در اکثر موارد، وجود یک اتصال الکتریکی ناقص و نامناسب، باعث ایجاد گرما در دستگاه‌های برقی می‌شود. هر چه افزایش مقاومت ناشی از این اتصال الکتریکی نامناسب، بیشتر باشد، گرمای تولید شده نیز افزون‌تر خواهد شد.

بروز اختلاف دما در محل اتصال الکتریکی، به مقاومت محل اتصال و جریان عبوری از آن بستگی دارد. به طوری که در شکل ۱۳-۹ ملاحظه می‌کنید، در اندازه‌گیری دما با نوک‌های غیر تماسی با مالتی‌متری که قابلیت قرائت مستقیم دما را داشته باشد، باید مراحل خاصی را دنبال کرد. این مراحل عبارتند از:

مراحل سنجش دما با نوک‌های غیر تماسی



شکل ۱۳-۹: برای آگاهی از وضعیت و شرایط اتصالات الکتریکی و عملکرد دستگاه‌های در حال کار می‌توان از نوک‌های سنجش دمای غیر تماسی استفاده نمود.

۱- متناسب با محلی که قرار است دمای آن را بسنجید، از پوشاک، دستکش، عینک و سایر وسایل حفاظتی مناسب استفاده کنید.

۲- سرسیم‌های نوک مخصوص سنجش دمای غیر تماسی را به ترمینال‌های «ولتاژ و مشترک» و یا ترمینال‌های ویژه‌ی سنجش دما متصل سازید.

۳- شاخص سلکتور مالتی‌متر را بر روی محدوده‌ی سنجش دما (mV.DC) قرار دهید. در صورت لزوم و بسته به نوع دستگاه، عملکرد آن را از mV.DC به وضعیت سنجش دما تغییر دهید.

۴- دمای محیط را به عنوان دمای مبنا اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

۵- دمای نقاط و نواحی موردنظر را اندازه‌گیری کنید.

۶- اندازه‌های سنجیده شده را ضبط کنید.

۷- دستگاه را خاموش کنید.

از قابلیت اندازه‌گیری دما برای آگاهی از شرایط عملکرد دستگاه‌ها نیز می‌توان سود جست. در حالت کلی، یک افزایش دمای ۸۵ درجه‌ی فارنهایت (۳۰ درجه‌ی سانتیگراد) بالاتر از دمای محیط، نشانه‌ی وجود اشکال در عملکرد سیستم بوده و لزوم انجام یک سرویس دوره‌ای را یادآوری می‌کند. با انجام اینگونه سرویس‌های دوره‌ای، مشکلات ناشی از عیوب احتمالی، ریشه‌یابی و مرتفع شده و از خراب شدن دائمی دستگاه ممانعت به عمل می‌آید. مشاهده‌ی یک اختلاف دمایی در حدود صد درجه‌ی فارنهایت (۳۸ درجه‌ی سانتیگراد)، نشانه‌ی بروز یک خطر جدی و اساسی می‌باشد. در این صورت، توقف بلادرنگ سیستم و تعمیر و رفع عیب آن، تنها راه چاره است.

نوک‌های آزمایشی ویژه‌ی سنجش فرکانس‌های بالا

همه مالتی‌مترها توانایی سنجش ولتاژهای AC را دارند ولی شرطش این است که فرکانس ولتاژ موردنظر در رِنج پیش‌بینی شده‌ی دستگاه موردنظر باشد. نوک‌های آزمایشی ویژه‌ی سنجش فرکانس‌های بالا، در واقع ضمایمی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان بازه‌ی اندازه‌گیری فرکانس مالتی‌متر را افزایش داد. به‌طوری که در شکل ۱۳-۱۰ هم ملاحظه می‌کنید، بازه‌های فرکانسی، متناسب با نوع کاربرد موردنظر، تغییر می‌کنند.

در کاربردهایی مثل اندازه‌گیری سیگنال‌های خروجی وسایل مخابراتی و فرستنده‌ها به چنین نوک‌هایی که قابلیت سنجش فرکانس‌های بالا را دارند، احتیاج پیدا می‌شود. با وجودی که نوک‌های ویژه‌ی سنجش فرکانس‌های بالا، رِنج اندازه‌گیری فرکانس مالتی متر را بالا می‌برند ولی نباید فراموش کرد که سنجش ولتاژ به میزان مجاز سرسیم‌ها آزمایشی، محدود می‌شود.

خشاب ویژه‌ی سنجش فشار یا خلاء

در بسیاری از کاربردها و در هنگام سرویس یا عیب‌یابی یک سیستم، شرایطی پیش می‌آید که ناچاریم از اندازه‌ی فشار یا خلاء یک نقطه از آن دستگاه آگاهی پیدا کنیم. خشاب حاضر یکی از

ملحقات مالتی متر است که با استفاده از آن قادر به اندازه‌گیری میزان فشار یا خلاء نقطه‌ی موردنظر می‌گردیم.

نوک‌های آزمایشی ویژه‌ی سنجش فرکانس‌های بالا

رنج فرکانسی مالتی‌متر

مشخصات			
دقت	تفکیک‌پذیری	رنج	عملکرد
± (0.005% + 1)	0.01 Hz	199.99	(0.5 Hz – 200 kHz, پهنای پالس >2µs)
± (0.005% + 1)	0.1 Hz	1999.9	
± (0.005% + 1)	0.001 kHz	19.999 kHz	
± (0.005% + 1)	0.01 kHz	199.99 kHz	
نامشخص	0.1 kHz	>200 kHz	

بازه‌های فرکانسی	
نوع فرکانس	رنج
فرکانس تصویری	0 Hz – 4.5 MHz+
فرکانس شبکه‌ی قدرت	10 Hz – 1 kHz (معمولاً 50 Hz, 60 Hz)
فرکانس قابل شنوایی انسان	20 Hz – 20 kHz
فرکانس صدای انسان	300 Hz – 3 kHz
فرکانس خیلی پایین (VLF)	>3 kHz – 30 kHz
فرکانس پایین (LF)	>30 kHz – 300 kHz
فرکانس متوسط (MF)	>300 kHz – 3 MHz
فرکانس بالا (HF)	>3 MHz – 30 MHz
فرکانس خیلی بالا (VHF)	>30 MHz – 300 MHz

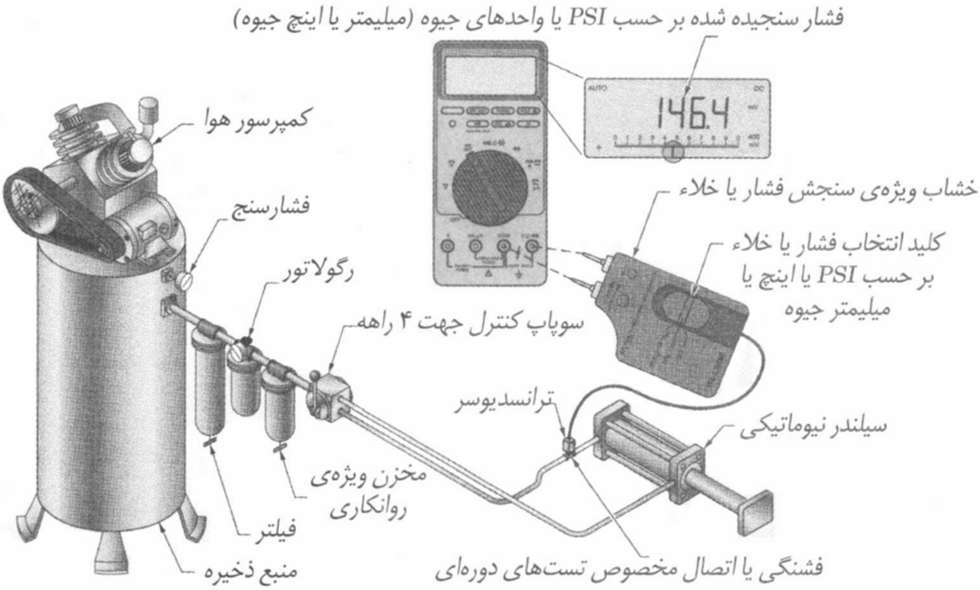


شکل ۱۳ـ۱۰: نوک ویژه‌ی سنجش فرکانس‌های بالا، بازه‌ی اندازه‌گیری فرکانس مالتی‌متر را افزایش می‌دهد.

برای انجام این کار، خشاب فشار یا خلاء سنج را به مالتی‌متر اتصال داده و طرف دیگر سرسیم آن را از طریق یک تراگردان (ترانسدیوسر) به محلی که قرار است فشار یا خلاء آن جا را بسنجیم، وصل می‌کنیم. ترانسدیوسر یا تراگردان وسیله‌ای است که پارامترهای فیزیکی مثال دما، فشار، وزن و غیره را به سیگنال‌های الکتریکی مبدل می‌سازد. در این صورت و مطابق شکل ۱۳-۱۱، فشار یا خلاء موجود، تراگردان را تحت تأثیر خود قرار داده و سیگنال الکتریکی مزبور، به خشاب ویژه‌ی سنجش فشار یا خلاء هدایت شده، و از آنجا به مالتی‌متر اعمال می‌گردد.

معمول‌ترین کاربردهای این خشاب‌ها اندازه‌گیری فشار سیستم‌های هیدرولیکی و نیوماتیکی تا ۵۰۰PSI و همچنین سنجش خلاءهای تا ۲۹/۹۹ اینچ جیوه می‌باشند. برای ضبط و مشاهده‌ی تغییرات مقادیر موردنظر می‌توان در خلال آزمایش، از قابلیت‌های ضبط «حداقل ـ حداکثر» و «نسبی» مالتی‌متر هم کمک گرفت.

خشاب ویژه‌ی سنجش فشار و خلاء



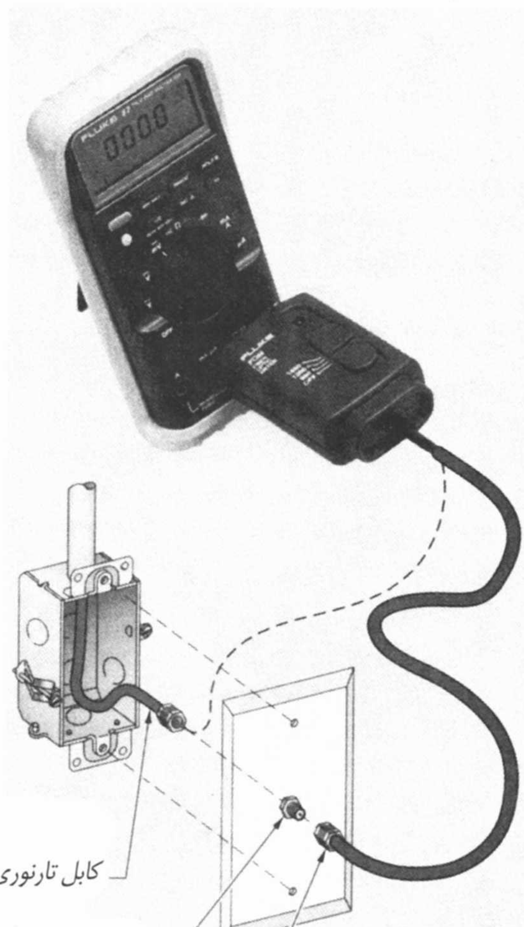
شکل ۱۳ـ۱۱: برای سنجش میزان فشار یا خلاء به توسط مالتی‌متر، علاوه بر استفاده از خشاب ویژه‌ی سنجش این پارامترها باید ازترانسدیوسر مناسب هم کمک گرفت.

وسیله‌ی تست تارهای نوری

از این ضمیمه‌ی مالتی‌متر می‌توان برای تست‌کردن کابل‌های تار نوری و اتصالات آن‌ها استفاده کرد. فیبر یا تار نوری فناوری است که به‌کمک آن و با استفاده از تارهای انعطاف پذیری از جنس شیشه، پلاستیک و سایر مواد شفاف، سیگنال‌های نوری را ارسال می‌کنند. از کابل‌های تار نوری می‌توان برای ارتباطدهی دو مدار الکترونیکی به‌هم استفاده نمود. به این منظور، مدارهای الکترونیکی، سیگنال‌های الکتریکی را در قسمت فرستنده‌ی خود به سیگنال‌های نوری مبدل ساخته و از طریق کابل تار نوری آن‌ها را به قسمت گیرنده‌ی مدار بعدی ارسال می‌دارند و مدار دوم هم به مجرد دریافت سیگنال‌های نوری یاد شده، آن‌ها را در قسمت گیرنده‌ی خود رمزگشایی کرده و به سیگنال‌های الکتریکی مبدل ساخته و مورد استفاده قرار می‌دهد.

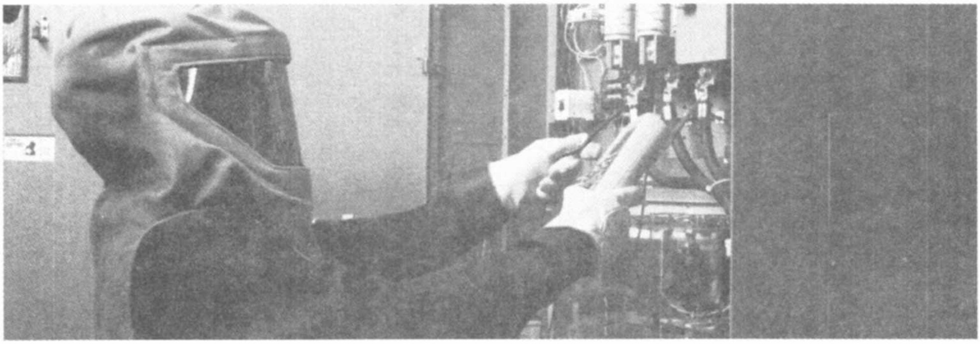
هنگام ارسال نور از طریق یک کابل تار نوری، تلفات آن باید در حداقل ممکن نگهداشته شود. با استفاده از خشاب معرفی شده در این قسمت و البته با همراهی مالتی‌متری که توانایی انجام چنین کاری را داشته باشد، می‌توان از میزان تلفات کابل تار نوری و اتصالات و تبدیل‌های به‌کار رفته، آگاه شد (شکل ۱۳-۱۲).

وسیله‌ی سنجش تارهای نوری



شکل ۱۳ـ۱۲: *با استفاده از ضمیمه‌ی سنجش تارهای نوری می‌توان از میزان تلفات نور در کابل‌های تار نوری و اتصالات به کار رفته آگاه شد.*

برای مثال جهت آگاهی از تلفات نور در محل تبدیل کافی است میزان نور موجود در قبل و بعد از آن را اندازه‌گیری نمود. اگر مالتی‌متر از قابلیت «وضعیت نسبی» برخوردار باشد، کافی است در هنگام اندازه‌گیری یکی از دو محل مزبور (قبل یا بعد از تبدیل)، از دکمه‌ی «نسبی» استفاده کرده و سپس برای مشاهده تغییرات ایجاد شده، شدت نور موجود در محل دوم را سنجیده و میزان تغییرات حاصله را بر روی صفحه قرائت نمود.



شکل ۱۳ـ۱۳: نوک سرسیم‌های آزمایشی باید در عین تأمین استحکام و ایمنی لازم، با چنان ظرافتی ساخته شوند که فقط با نقطه‌ی مورد آزمایش تماس برقرار سازند.

نوک مخصوص سنجش میزان منوکسیدکربن

از این ضمیمه‌ی مالتی‌متر برای اندازه‌گیری میزان منوکسـید کربن (CO) موجود در هوا اسـتفاده می‌شود.



شکل ۱۳ـ۱۴: از ضمیمه‌ی سنجش میزان منوکسیدکربن می‌توان برای مشخص کردن نشت‌های ناشی از نصب نادرست و یا بد کار کردن موتورهای احتراقی و سیستم‌های گرمایشی سود جست.

منوکسید کربن، گاز سمی بی‌بو و بی‌رنگی است که در اثر احتراق ناقص مواد کربنی (مثل چوب، گاز طبیعی، بنزین، گازوئیل، نفت سیاه، نفت کوره، مازوت و غیره) تولید می‌شود. البته برای اندازه‌گیری میزان منوکسید کربن موجود در هوا، دستگاه‌های مستقلی هم طراحی شده و در دسترس هستند ولی به‌هر شکل و با استفاده از این ضمیمه، و با کمک مالتی‌متر هم می‌توان، این سنجش را انجام داد.

وقتی میزان منوکسید کربن موجود در هوا، از میزان خاصی بالاتر رود، تنفس هوای مزبور می‌تواند به مرگ انسان و سایر موجودات زنده هم منجر شود. با اتصال این ضمیمه به مالتی‌متر می‌توان میزان منوکسید کربن موجود در هوا را برحسب PPM (جزء در میلیون) اندازه‌گیری نمود. برخی از ترازهای استاندارد این گاز مضر که به توسط سازمان‌های ذیربط تهیه شده است را در شکل ۱۳-۱۵ ملاحظه می‌کنید.

تراز استاندارد منوکسیدکربن (بر حسب جزء در میلیون)

صفر تا ۱ PPM	تراز معمولی و عادی
۹ PPM	استاندارد پیشنهادی ASHRAE برای مناطق مسکونی
۵۰ PPM	استاندارد OSHA برای ۸ ساعت کار در فضاهای سر بسته
۱۰۰ PPM	بالاترین حد مجاز OSHA*
۲۰۰ PPM	سر درد خفیف، خستگی، تشنج، حالت تهوع، سرگیجه
۸۰۰ PPM	حالت تهوع، سرگیجه، تشنج. در صورت ادامه، ۲ تا ۳ ساعت بعد به مرگ انسان منجر خواهد شد.

طبق استانداردهای OSHA، مقدار منوکسید کربن موجود در هوای فضاهای سر بسته باید کمتر از ۵۰ PPM (۰/۰۰۵٪) باشد. در صورتی که تحت هر شرایطی این میزان فراتر از ۱۰۰ PPM (۰/۰۱٪) گردد باید بلافاصله کارکنان را از محل خارج ساخت.

شکل ۱۳-۱۵: میزان منوکسید کربن موجود در هوا را بر حسب جزء در میلیون (PPM) می‌سنجند.

معمول‌ترین منابع انتشار گاز CO عبارتند از:

۱- خرابی یا نصب نادرست شومینه‌ها، کوره‌ها و موتورخانه‌های گازی، نفتی، گازوئیلی و سوخت‌هایی از این دست.

۲- مسدود یا نامناسب‌بودن اندازه‌ی دودکش دستگاه‌های گرمایشی که با سوخت‌های فسیلی کار می‌کنند.

۳- نگهداری یا تنظیم نامناسب یا فرسوده بودن دستگاه‌های حرارتی مصرف‌کننده‌ی سوخت‌های فسیلی.

۴- عدم تهویه‌ی صحیح و مناسب موتورهای احتراق داخلی (خودروها، ژنراتورهای پُرتابل، چمن‌زن‌های بنزینی و غیره)

برای تأمین ایمنی بیشتر، باید ضمن کارکرد وسایل اشاره شده‌ی بالا، هر از گاهی میزان منوکسید کربن محیط، اندازه‌گیری و بررسی گردد. در جدولی که در ادامه آورده شده (شکل ۱۳-۱۶)، به برخی از این وسایل، سوخت‌های مصرفی و مشکلات احتمالی آن‌ها اشاره شده است.

منابع انتشار گاز CO

دستگاه	نوع سوخت	مشکلات احتمالی
کوره‌های گازی، بخاری	گاز طبیعی، گاز مایع، انواع مختلف سوخت‌های پایه‌ی نفتی	۱- ایجاد ترک، شکاف یا درز در مبدل حرارتی یا محفظه‌ی احتراق ۲- عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۳- دودکش خراب یا مسدود ۴- تنظیم نبودن دقیق مشعل ۵- مناسب نبودن فشار هوای داخل ساختمان
کوره‌ی سیستم حرارت مرکزی	زغال سنگ، نفت سفید	۱- ایجاد ترک، شکاف یا درز در مبدل حرارتی یا محفظه‌ی احتراق ۲- عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۳- آب‌بندی نبودن دریچه یا حفاظ کوره
چراغ خوراک‌پزی، بخاری‌های نفتی	نفت سفید	۱- تنظیم نبودن کاربراتور ۲- نامناسب بودن سوخت انتخابی ۳- استفاده از فتیله‌ی نامناسب یا ارتفاع نادرست آن ۴- عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۵- تهویه‌ی نامناسب سیستم
آبگرمکن‌ها	گاز طبیعی یا گاز مایع	۱- عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۲- تنظیم نبودن دقیق مشعل ۳- استفاده‌ی غیر مجاز برای گرم کردن اتاق ۴- تهویه‌ی نامناسب سیستم
فر و اجاق گاز	گاز طبیعی یا گاز مایع	۱-عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۲-تنظیم نبودن دقیق شعله ۳- استفاده‌ی غیر مجاز برای گرم کردن اتاق ۴- تهویه‌ی نامناسب سیستم
شومینه و بخاری	گاز، چوب، زغال‌سنگ	۱- عدم وجود هوای کافی برای احتراق کامل سوخت ۲- دودکش خراب یا مسدود ۳- استفاده از چوب خیس و خشک نشده و تازه ۴- ایجاد ترک، شکاف یا درز در محفظه‌ی احتراق ۵- وجود ترک یا شکاف در منقل

شکل ۱۳ـ۱۶: منوکسید کربن گاز سمی بی‌بو و بی‌رنگی است که از احتراق ناقص مواد کربنی تولید می‌شود.

فصل چهاردهم

گزینش مالتی‌مترهای دیجیتالی

قابلیت‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی

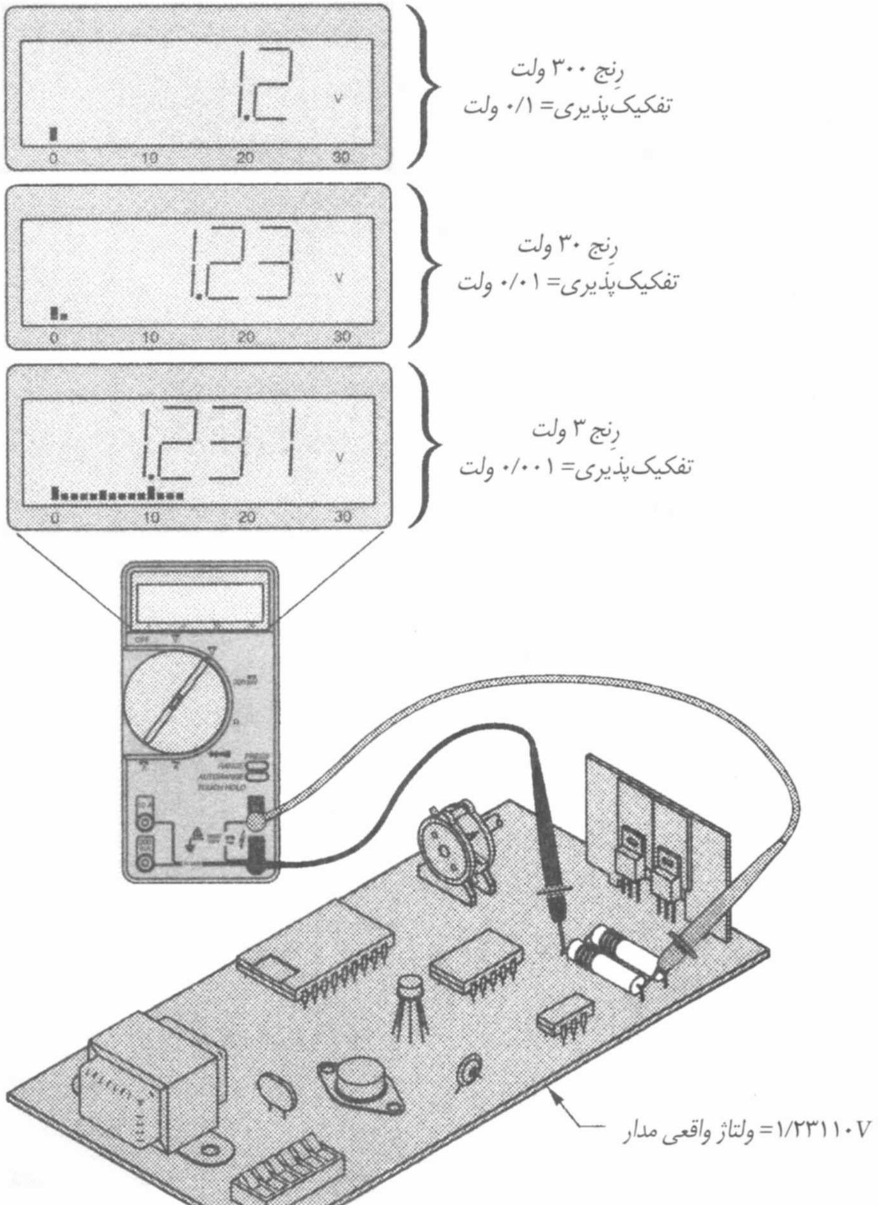
قیمت مالتی‌مترها به امکانات عملی، ایمنی و مشخصات فنی آن‌ها بستگی دارد. امکانات موردنیاز این دستگاه‌ها به نوع کار و حرفه‌ای که قرار است در آن حیطه مورد استفاده قرار گیرند، وابسته است. از نقطه نظر اقتصادی، معمولاً مالتی‌مترها را با ساده‌ترین و حداقل امکانات ممکن برمی‌گزینند هرچند که داشتن قابلیت‌های متعدد و گوناگون به نوعی می‌تواند عصای دست تعمیرکار محسوب گردد. در هنگام مواجهه با عیب‌یابی‌های پیچیده و دردسر آفرین است که امکانات اضافی مالتی‌مترها، رو نشان داده و ارزش واقعی‌شان را ظاهر می‌سازند. به‌علاوه گاهی اوقات ممکن است کاربَر ناچار شود از حیطه‌ی کار تخصصی خود پا فراتر گذاشته و تست‌های خاصی را انجام دهد و یا در شرایطی قرار گیرد که به اندازه‌گیری‌های دقیقی نیاز پیدا کند. به هرحال کارخانه‌های سازنده‌ی مالتی‌مترها، مشخصات و مُحسنات دستگاه‌های تولیدی خود را بر روی جعبه و دفترچه راهنمای آن‌ها قید می‌نمایند.

تفکیک‌پذیری یا قدرت وضوح

این پارامتر در واقع میزان دقتی است که یک مالتی‌متر در هنگام انجام سنجش‌های مختلف توانایی ارائه‌ی آن را دارد. برای مثال همانگونه که در شکل ۱۴-۱ هم ملاحظه می‌کنید، اگر مالتی‌متر نشان داده شده، در رِنج ۳ ولت خود از یک تفکیک‌پذیری ۱ میلی‌ولت برخوردار باشد، در هنگام اندازه‌گیری یک کمیت ۱ ولتی، تغییرات ۱ میلی ولتی در کمیت مورد سنجش قابل مشاهده می‌باشد.

در قسمت مشخصات دستگاه، ممکن است به فاکتور تفکیک‌پذیری، با عنوان «حداکثر تفکیک‌پذیری» اشاره شود. حداکثر تفکیک‌پذیری، در واقع کمترین مقداری است که در پایین‌ترین رِنج موجود، می‌تواند لحاظ شود.

تفکیک‌پذیری



شکل ۱۴ـ۱: تفکیک‌پذیری، بالاترین دقتی است که یک مالتی‌متر توانایی ارائه‌ی آن را دارد و به عبارت دیگر قابلیت تعیین یا تشخیص دادن دو مقدار تقریباً برابر یک کمیت می‌باشد.

برای مثال منظور از حداکثر تفکیک‌پذیری ۱۰۰ میلی‌ولت (۰/۱ ولت) این است که اگر برای یک اندازه‌گیری خاص مجاز به استفاده از بالاترین ولتاژ ممکن باشیم، ولتاژ نشان داده شده، به نزدیک‌ترین دهم ولت، روند می‌شود. ضمن حفظ کمیت مورد اندازه‌گیری در رِنج مجاز، با کاهش رِنج می‌توان میزان تفکیک‌پذیری را بهبود بخشید. در دستگاه‌های مجهز به انتخاب رِنج خودکار، مالتی‌متر، خودش این کار را انجام داده و به صورت اتوماتیک و با کاهش رِنج تا حد مجاز، بالاترین تفکیک‌پذیری ممکن را به نمایش می‌گذارد. درصورتی که میزان کمیت مورد سنجش، فراتر از رِنج انتخابی باشد، نماد OL (معرف اضافه‌بار) بر روی صفحه‌ی دستگاه نقش می‌بندد. برای انجام دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌ها، باید از پایین‌ترین رِنج ممکن به گونه‌ای استفاده نمود که این نماد (OL)، بر روی صفحه‌ی دستگاه ظاهر نشود. در برخی از دستگاه‌ها، برای دقت بیشتر و افزایش تفکیک‌پذیری، قسمت سنجش ولتاژهای DC به یک محدوده‌ی «ولتاژ DCی پایین» هم مجهز است که از آن برای اندازه‌گیری ولتاژهای DCی کم استفاده می‌شود. برای مثال، در محدوده‌ی V.DC یک مالتی‌متر، ممکن است به قسمتی با نشانه‌ی ۶۰۰mV.DC نیز مواجه شوید. در هنگام استفاده از این قابلیت دستگاه، باید نهایت دقت را معمول داشت تا با اعمال ولتاژهای بیش از ۶۰۰ میلی ولت (۰/۶ ولت)، دستگاه را با اضافه‌بار مواجه نسازید. در واقع رِنج‌های مختلف و تفکیک‌پذیری‌های مربوطه، لازم و ملزوم هم بوده و در قسمت مشخصات برخی از دستگاه‌ها، به ترکیب آن‌ها اشاره می‌شود. یک نمونه از این مشخصات را در جدولی که در ادامه آمده مشاهده می‌نمایید (شکل ۱۴-۲).

رِنج انتخابی و تفکیک‌پذیری مربوطه

رِنج	تفکیک‌پذیری
300.0 mV	0.1 mV (0.0001 V)
3.000 V	1 mV (0.001 V)
30.00 V	10 mV (0.01 V)
300.0 V	100 mV (0.1 V)
1000 V	1000 mV (1 V)

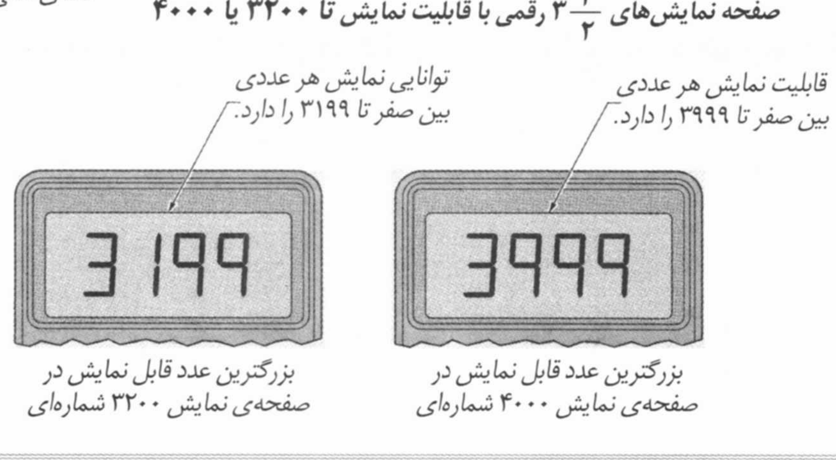
شکل ۱۴ـ۲: رِنج و تفکیک‌پذیری، لازم و ملزوم هم بوده و در قسمت مشخصات بسیاری از مالتی‌مترها، به ترکیب آن‌ها اشاره می‌شود.

ارقام و شماره‌ها

ارقام و شماره‌ها اصطلاحاتی هستند که برای توصیف تفکیک‌پذیری مالتی‌مترهای دیجیتالی از آن‌ها استفاده می‌شود. مالتی‌مترها را بر اساس تعداد ارقام یا شماره‌هایی که نمایش می‌دهند، طبقه‌بندی می‌کنند. برای مثال، یک مالتی‌متر $۳\frac{۱}{۲}$ رقمی استاندارد قادر به نمایش ۳ رقم کامل و یک نیم رقم می‌باشد. سه رقم کامل شامل اعداد صفر تا ۹ می‌گردند. نیم رقم اشاره شده می‌تواند ۱ یا یک صفر (فضای خالی) باشد. سه رقم کامل، معرف اعداد با کمترین ارزش (یکان، دهگان، صدگان)، و نیم رقم، نشانه‌ی عدد با بالاترین ارزش (هزارگان)، می‌باشد. به این ترتیب بزرگ‌ترین عدد قابل نمایش در یک مالتی‌متر $۳\frac{۱}{۲}$ رقمی استاندارد، ۱۹۹۹ خواهد بود (شکل ۱۴-۳).

ارقام و شماره‌ها





شکل ۱۴ـ۳: از ارقام و شماره‌ها برای تشریح تفکیک‌پذیری مالتی‌متر استفاده می‌شود.

تفکیک‌پذیری مالتی‌متر را برحسب شماره‌ها نیز مشخص می‌کنند. برای مثال یک مالتی‌متر ۳۲۰۰ شماره‌ای توانایی نمایش هر عددی بین صفر تا ۳۱۹۹ را دارد و یا یک مالتی‌متر ۴۰۰۰ شماره‌ای قابلیت ارائه‌ی هرعددی بین صفر تا ۳۹۹۹ را دارا می‌باشد. بدیهی است که مالتی‌مترهای با تعداد شماره‌های بالاتر، از تفکیک‌پذیری بهتری برای یک اندازه‌گیری مشخص برخوردار خواهند بود. برای مثال، در هنگام اندازه‌گیری یک کمیت ۲۰۰ ولتی یا بیشتر، یک مالتی‌متر ۱۹۹۹ شماره‌ای نمی‌تواند ارقام مربوط به اعشاری از ولت (دهم ولت) را بسنجد. در نمونه‌های معمولی و ارزان قیمت‌تر، بالاترین عددی که یک مالتی‌متر $3\frac{1}{2}$ رقمی قادر به نمایش آن است، عدد ۱۹۹۹ می‌باشد، اگرچه بسیاری از مالتی‌مترهای مدرن و مجهز $3\frac{1}{2}$ رقمی قادر به ارائه‌ی ارقام تا ۵۹۹۹ نیز می‌باشند.

دقت

دقت، بالاترین خطای مجازی است که در یک شرایط عملکردی خاص صورت می‌پذیرد. دقت معمولاً برحسب درصد بیان شده و نشان می‌دهد که عدد نمایش داده شده بر روی صفحه‌ی مالتی‌متر، تا چه حدی به رقم واقعی کمیت مورد سنجش نزدیک است. با وجودی که دقت یک مالتی‌متر خاص از اهمیت بالایی برخوردار است ولی نوع کاربرد و موارد استفاده‌ی دستگاه نیز در این پارامتر مؤثر می‌باشند. برای مثال، همانطوری که می‌دانید، ولتاژ AC ی برق شهر، در اکثر موارد حدود ۵٪± نوسان دارد. در این صورت وقتی می‌خواهیم اندازه‌ی ولتاژ برق شهر در یکی از پریزهای منزل را بسنجیم، اگر هدف فقط برقدار بودن یا نبودن پریز باشد، استفاده از یک دستگاه با دقت ۳٪± هم بیش از حد کفایت است.

و برعکس در پاره‌ای از موارد، مثل تنظیم قسمت‌های الکترونیکی خودرو، تجهیزات پزشکی، صنایع هوا فضا و دستگاه‌های صنعتی خاص، ممکن است دقت بالایی مَد نظر باشد. به این ترتیب عددی که با اندازه‌گیری یک ولتاژ ۱۰۰/۰ ولتی بر روی صفحه‌ی نمایش یک مالتی‌متر با دقت ۲٪± ظاهر می‌گردد می‌تواند بین ۹۸/۰ تا ۱۰۲/۰ ولت باشد. دقت ممکن است علاوه بر عدد اصلی قید شده، رقم فرعی دیگری که به عدد مزبور افزوده می‌شود را نیز شامل شود. برای مثال منظور از دقت (۲+۲٪)± این است که اندازه‌گیری یک کمیت ۱۰۰/۰ ولتی ممکن است به نمایش ارقامی بین ۹۷/۸ الی ۱۰۲/۲ منتهی شود. هرچه دقت یک مالتی‌متر بالاتر برود، کاربردهایش هم زیادتر می‌شود.

rms واقعی و میانگین

یکی از تقسیم‌بندی‌های مالتی‌مترها، گروه‌بندی آن‌ها بر اساس نمایش rms واقعی یا میانگین است. البته هردوی این پارامترها گویای این واقعیت هستند که مالتی‌متر مورد بحث، توانایی اندازه‌گیری دقیق شکل موج‌های سینوسی استاندارد (ACی خالص) را دارد. در این میان باید توجه داشت که فقط مالتی‌متری که توانایی اندازه‌گیری‌های rms واقعی را دارد می‌تواند سنجش‌های دقیقی را بر روی شکل موج‌های غیر سینوسی مثل مربعی، دندانه‌اره‌ای و یا شکل موج‌های سینوسی اعوجاج یافته، انجام دهد. در مواردی که اندازه‌گیری‌های AC، بر روی مدارات شامل امواج سینوسی صورت می‌پذیرد،

مالتی‌مترهای با قابلیت اندازه‌گیری rms میانگین، بهتر عمل می‌کنند.

از آنجایی که بسیاری از مدارهای تحت عیب‌یابی، از درایو موتورهای باسرعت متغیر، بالاست[1] های الکترونیکی و یا کامپیوتر سود می‌جویند، احتمال وجود شکل موج‌های غیر سینوسی افزایش می‌یابد. به علاوه وقتی تعمیرکاری ناچار است مرتباً اندازه‌گیری‌هایی را بر روی خطوط شبکه‌ی قدرت AC که از شکل موج‌های ناشناخته‌ای سود می‌برند انجام دهد، بهره‌گیری از مالتی‌مترهای مجهز به rms واقعی ارجح‌تر است. وقتی بر روی جعبه یا بدنه‌ی مالتی‌متری نشانه‌ای از rms واقعی به چشم نخورد، دستگاه مزبور احتمالاً از نوع rms میانگین می‌باشد. از آنجایی که اکثر جریان‌ها و ولتاژها، شکل موج های اعوجاج یافته‌ای دارند، و یا هر دو مؤلفه‌های AC و DC را شامل می‌شوند، برخی از مالتی‌مترها را به یک دکمه‌ی انتخاب وضعیت AC/DC مجهز کرده‌اند تا قادر به ضبط هر دو نوع مؤلفه‌های AC و DCی شکل موج‌های ترکیبی و پیچیده بوده و توانایی نمایش مقادیر rms واقعی را داشته باشند.

زمان‌های پاسخ

وقتی از وضعیت ضبط «حداقل ـ حداکثر» مالتی‌متر استفاده می‌شود، زمان پاسخ دستگاه، در دقت مقادیر سنجیده شده، تأثیر می‌گذارد. زمان پاسخ، در واقع مدت زمانی است که یک ورودی باید به آن میزان در یک مقدار جدید باقی بماند تا ضبط گردد. زمان پاسخ مالتی‌مترها ممکن است به صورت ثابت و از قبل تنظیم شده بوده و یا متغیر و قابل تنظیم باشد و باید اشاره کرد که همیشه سریع‌ترین زمان پاسخ، بهترین، محسوب نمی‌شود. برای مثال، اگر قرار است وضعیت یک ولتاژ گذرا مورد بررسی قرار گیرد، انتخاب یک زمان پاسخ سریع در حدود ۱ میلی‌ثانیه، می‌تواند بهترین گزینش ممکن تلقی شود (شکل ۱۴-۴). و در مثال دیگر، وقتی هدف ضبط‌کردن تغییرات دما است، انتخاب زمان پاسخ کُندتر ۱ ثانیه‌ای، می‌تواند گزینش مناسبی محسوب گردد. زمان پاسخ مالتی‌مترها، معمولاً در حد ۱ میلی‌ثانیه، ۱۰۰ میلی ثانیه و یا ۱ ثانیه می‌باشد. عملیاتی که به زمان‌های پاسخ ۱ میلی ثانیه یا سریع‌تر نیاز دارند معمولاً با استفاده از قابلیت پیک «حداقل ـ حداکثر» صورت می‌پذیرند.

کاربردهای مالتی‌مترهای دیجیتالی

سیستم‌های الکتریکی را از نظر پیچیدگی مدارها و همچنین جریانات و ولتاژهایی که با آن‌ها تغذیه می‌شوند، از یکدیگر متمایز می‌سازند. مشکلات ساده‌ای مثل سوختن فیوز ممکن است در هر دستگاهی رخ بدهد. چنین مشکلات ساده و معمولی را می‌توان به کمک هر مالتی‌متری شناسایی نمود. این درحالی‌است که شناسایی و رفع عیب مشکلات پیچیده‌ی سیستم‌های الکتریکی، به مالتی‌مترهای پیشرفته و ملحقات خاصی برای سنجش دما، فشار، خلاء، ولتاژها، جریان‌ها و یا فرکانس‌های بالا نیاز دارند.

۱ـ پیچک باهسته آهنی (یا اشتباهاً ترانس) که به شکل سری به لامپ مهتابی متصل شده و ولتاژ لازم برای شروع به کار آن را فراهم می‌سازد.

زمان‌های پاسخ

کاربرد وضعیت ضبط «حداقل ـ حداکثر»	زمان		
	≤۱ms	۱۰۰ms	۱s
شناسایی اتصالات شُل غیر دائمی		×	
ضبط حالت اُفت ولتاژ در موقع شروع به کار مصرف‌کننده‌های قوی		×	
ضبط ولتاژ استارت موتورهایی که با ولتاژهای پایین‌تری روشن می‌شوند.		×	
ضبط جریانات تاختی[1]		×	
نظارت بر ولتاژ خروجی از دستگاه شارژ باتری			×
ضبط تغییرات دما			×
ضبط ولتاژهای گذرای خطوط شبکه‌ی قدرت	×		
بررسی این‌که آیا مدار هیچگاه تحت اضافه بار قرار گرفته یا خیر			×
اندازه‌گیری جریانات پیک یک میلی ثانیه یا طولانی‌تر	×		
نظارت بر تغییرات فرکانس در خطوط شبکه‌ی قدرت			×
نظارت بر وضعیت مصرف‌کننده و خاموش شدن آن			×

شکل ۱۴ـ۴: زمان پاسخ مناسب را نوع هرکاربرد خاص مشخص می‌سازد.

از این دیدگاه می‌توان مالتی‌مترها را به انواع مورد استفاده در: صنایع خودروسازی، HVAC (تاسیسات گرمایشی، سرمایشی و تهویه مطبوع)، نگهداری سیستم‌های برقی و یا کاربرد مالتی مترها در مدارات الکترونیکی تقسیم‌بندی نمود. در هر گروه، مراحل تست‌های اولیه یا عیب‌یابی‌های لازم، به مالتی‌متر خاصی نیاز دارد (شکل ۱۴-۵).

امکانات و کاربردهای مالتی‌مترها

توانایی‌های توصیه شده‌ی مورد نیاز	کاربردها							
	مدارهای الکترونیکی		نگهداری سیستم‌های برقی		تاسیسات		خودرو	
	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی
نمایشگر میله‌ای	×	×	×	×	×		×	
وضعیت سنجش ظرفیت	×	×	×		×		×	
وضعیت آزمایش پیوستگی	×	×	×	×	×	×	×	×
وضعیت آزمایش دیود	×	×	×					×
وضعیت سنجش چرخه‌ی کار	×						×	

۱-بیشترین جریان لحظه‌ای که در موقع روشن کردن مدار از آن کشیده می‌شود.

توانایی‌های توصیه شده‌ی مورد نیاز	کاربردها							
	مدارهای الکترونیکی		نگهداری سیستم‌های برقی		تاسیسات		خودرو	
	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی	عیب‌یابی سیستم	تست‌های اساسی
وضعیت سنجش فرکانس	×	×	×		×			
وضعیت ضبط «حداقل-حداکثر»	×		×		×		×	
وضعیت پیک «حداقل ـ حداکثر»	×	×	×	×	×		×	
وضعیت نسبی	×	×	×	×	×	×	×	×
وضعیت نگهداری (لمسی)	×	×	×	×	×	×	×	×
وضعیت اندازه‌گیری دما	×		×		×	×	×	
اندازه‌گیری در وضعیت امپدانس پایین		×	×	×	×	×		
اندازه‌گیری اُهم‌های کم	×	×	×		×		×	×
اندازه‌گیری ولتاژهای AC جزیی			×	×	×	×		

شکل ۱۴ـ۵: کاربردهای مختلف مالتی‌مترها، توانایی‌های خاصی را می‌طلبند.

کاربردهای مالتی‌مترهای دیجیتالی در خودرو

سیستم‌های الکتریکی خودروها روز به روز گسترده‌تر شده و دیگر مثل قدیم این سیستم‌ها فقط شامل: استارت، جرقه‌زنی و مدارهای شارژ باتری نمی‌شوند. با پیشرفت فناوری، از سیستم‌های برقی در جهت رفاه و ایمنی و همچنین کنترل آلایندگی، استفاده می‌شود. برای مثال در مقوله‌ی رفاه سرنشینان، از مدارهایی سود می‌جویند که برای تأمین گرمایش و تهویه مطبوع و تغییر وضعیت الکتریکی صندلی‌ها و آیینه‌های برقی خودرو، به کار می‌روند. در قسمت ایمنی، از مدارهایی بهره می‌گیرند که برای عملکرد کیسه‌ی هوا، ترمزهای ضد قفل و کنترل کشش خودرو، مورد استفاده واقع می‌شوند. سیستم‌های کنترل آلایندگی، برای نظارت بر قسمت‌های تزریق سوخت الکترونیکی و کنترل جرقه زنی و تجزیه و تحلیل گازهای خروجی موتور به مدارهای خاصی، نیاز دارند. معمولاً برای کنترل بسیاری از این سیستم‌های الکترونیکی از کامپیوتر واحدی استفاده می‌شود. وظایف اصلی مالتی‌متر در تست‌های اساسی خودرو، شامل آزمایش کردن فیوزهای سوخته، قرائت ولتاژهای موردنظر و کنترل مقاومت کلیدهای مختلف می‌باشد. برای انجام اینگونه خدمات، مالتی‌متری که توانایی سنجش آزمایش پیوستگی را داشته و بتواند ولتاژهای DC را سنجیده و مقاومت‌های مختلف را اندازه‌گیری نماید، کفایت می‌کند. در کارگاه‌هایی که به تعمیرات تخصصی‌تر خودرو اشتغال دارند، داشتن دستگاهی که توانایی ضبط وضعیت «حداقل ـ حداکثر»، نمایش میله‌ای کمیات مختلف، وضعیت تست دیود، وضعیت اندازه‌گیری ظرفیت و همچنین توانایی سنجش چرخه‌ی کار را داشته باشد، الزامی است. در این کاربردها، باید دستگاهی را انتخاب نمود که قابلیت پذیرش ملحقات اضافی برای اندازه‌گیری دما، فشار، خلاء و جریانات AC و DCی زیاد را نیز داشته باشد.

کاربردهای مالتی‌مترهای دیجیتالی در تأسیسات (HVAC)

اینگونه سیستم‌ها (گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع) درکارهای خانگی، تجاری و ساختمان‌های صنعتی به کار رفته و راحتی و رفاه ساکنان را فراهم می‌سازند. این دستگاه‌ها و وسائل از ساده‌ترین بخاری‌های برقی شروع شده و به سیستم‌های بزرگ کنترل شده با کامپیوتر ختم می‌گردند. برای مثال در یک سیستم مدیریت انرژی، می‌توان از یک مجموعه‌ی تحت نظر کامپیوتری برای کنترل جریان هوا به توسط درایوهای با فرکانس‌های تنظیم شدنی، ترموستات‌های برنامه پذیر و یا فیلترهای الکترونیکی سود جست.

آزمایش و عیب‌یابی‌های ساده این رشته به مالتی‌متری که بتواند ولتاژهای AC و DC را اندازه گرفته، اندازه مقاومت‌ها را بسنجد و از عهده‌ی انجام آزمایش پیوستگی برآید، نیاز دارد. علاوه بر موارد ذکرشده، در این عیب‌یابی‌های ساده و معمول، داشتن ملحقاتی مثل خشاب سنجش دما و سرسیم‌های گیره‌ای سنجش شدت جریان‌های AC هم ضروری و مناسب است.



شکل ۱۴ـ۶: *درکارهای تعمیراتی خودرو، استفاده از ضمیمه‌ی سنجش دما، کاربردهای فراوانی دارد.*

در عیب‌یابی‌های پیشرفته‌تر و پیچیده‌تر، داشتن مالتی‌متری که قادر به ضبط حالت «حداقل ـ حداکثر»، وضعیت «نسبی»، نمایشگر میله‌ای، وضعیت تست دیود و همچنین وضعیت سنجش ظرفیت باشد، ضروری به نظر می‌رسد. همچنین مالتی‌متر انتخابی، باید قابلیت پذیرش و اتصال به ملحقاتی مثل ضمائم سنجش دما، فشار، خلاء و سنجش جریان‌های AC ی بالا را نیز داشته باشد.

کاربردهای مالتی‌مترهای دیجیتالی در نگهداری قسمت‌های برقی

اینگونه نگهداری‌ها شـامل تسـت و عیب‌یابی منابع تغذیه و کنتـرل مصرف‌کننده‌ها در مدارهای خانگی (سیم‌کشـی‌های داخلی) و صنعتی می‌گردد. برای انجام کارهای معمولی مثل اندازه‌گیری تراز ولتـاژ، آزمایش فیوزها، سـنجش جریان جاری در مدارهـا و آزمایش کلیدها و سـایر هادی‌ها از نظر پیوستگی (نداشتن قطعی)، وجود یک مالتی‌متر ساده و معمولی کافی است.

برای انجام کارهای تخصصی و پیچیده‌تر مثل بررسی وضعیت درایوهای با فرکانس تنظیم‌شدنی، کنترل‌کننده‌های برنامه پذیر و کنترل‌کننده‌های حالت جامد، داشـتن مالتی‌متری با توانایی‌های ضبط «حداقـل حداکثر»، وضعیت «نسـبی»، نمایشـگر میله‌ای، وضعیت تسـت دیود، وضعیـت اندازه‌گیری فرکانس و بالاخره، سـنجش ظرفیت، ضروری به نظر می‌رسـد. همچنین بهتر اسـت مالتی‌متری را برگزینیـد که قابلیت پذیرش و اتصال به ملحقاتی همچون اندازه‌گیری دما، فشـار، خلاء و سـنجش شدت جریان‌های AC و DC ی بالاتر را نیز داشته باشد.

کاربردهای مالتی‌مترهای دیجیتالی در مدارهای الکترونیکی

بـا وجودی که با دسـتگاه‌های انتخاب شـده بـرای این‌کاربرد هم می‌توان کارهای سـاده‌ای مثل شناسـایی فیوزهای سـوخته را انجام داد، ولی اصولاً مالتی‌مترهای انتخابی این رشـته معمولاً برای حل مشـکلات پیچیده‌تر و تخصصی‌تری گزیده می‌شـوند. برای رفع نیازهای این رشـته بهتر اسـت مالتی‌متـری را انتخـاب نمـود که به وضعیـت ضبط «حداقل ـ حداکثر»، وضعیت «نسـبی»، نمایشـگر میله‌ای، وضعیت تسـت دیود، وضعیت سـنجش فرکانس و اندازه‌گیری ظرفیت، مجهز باشد. معمولاً مالتی‌مترهای انتخابی برای تسـت مدارهای الکترونیکی باید دقت بالایی داشـته باشـند. همچنین، اینگونـه مالتی‌مترها باید توانایی سـنجش ولتاژهای بسـیار بالا را دارا بوده و قابـل اتصال به ضمایم ویژه‌ی تسـت تارهای نوری باشند. برای مثال تعمیرکاران تلویزیون در ارزیابی دستگاه، گاهی اوقات ناچـار به اندازه‌گیری ولتاژ قسـمت «های ولتـاژ» لامپ تصویر می‌گردند. همچنین در هنگام تسـت و بررسی دستگاه‌های مخابراتی، سنجش و اندازه‌گیری تارهای نوری یک امر ناگزیر محسوب می‌شود.

ویژگی‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی

ایـن ویژگی ،در واقـع اطلاعات جزء به جـزء توانایی‌ها و محدودیت‌های یـک مالتی‌متر خاص را مشـخص می‌سازد. خصوصیت یادشده به توسط کارخانه‌ی سـازنده ارائه گردیده و شامل ویژگی‌های عمومی و سـنجش‌های مختلف می‌شـود (شـکل ۱۴-۷). ویژگی‌های عمومی، اطلاعاتی مثل زمان پاسـخ صفحه‌ی نمایش، دمای کار و دمای محل نگهداری را مشـخص می‌سـازد. برای مثال، زمان پاسـخ قید شـده بر روی یک مالتی‌متر خاص نشان می‌دهد که نمایشـگر میله‌ای آن، اندازه سنجیده شـده را ده بار سـریع‌تر از صفحه‌ی نمایش دیجیتالی (۲۵ بار در ثانیه در مقایسـه با ۲/۵ بار در ثانیه)، تغییر داده و نمایش می‌دهد.

ویژگی‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی

ویژگی‌های عمومی
rms واقعی برای سنجش جریان و ولتاژ
صفحه نمایش $۴\frac{۱}{۲}$ رقمی برای اندازه‌گیری‌های دقیق (۲۰۰۰۰ شماره‌ای)
قابلیت سنجش تا ۱۰۰۰ ولت AC و DC
دارای دماسنج داخلی
توانایی اندازه‌گیری مقاومت و انجام آزمایش پیوستگی و تست دیود
قابلیت سنجش ظرفیت خازن‌های تا ۱۰۰۰۰ میکروفاراد

ویژگی‌های اندازه‌گیری*	
ولتاژ DC	حداکثر ولتاژ ۱۰۰۰ ولت دقت مدل ۸۳V، (۱+٪۰/۱)± دقت مدل ۸۷V، ۱+(۱+٪۰/۰۵)± حداکثر تفکیک‌پذیری مدل ۸۳V، ۱۰۰μV حداکثر تفکیک پذیری مدل ۸۷V، ۱۰μV
ولتاژ AC	حداکثر ولتاژ ۱۰۰۰ ولت دقت مدل ۸۳V، (۲+ ٪۰/۵)± دقت مدل ۸۷V، (۲+٪۰/۷) ±،rms واقعی پهنای باند AC در مدل ۸۳V، ۵ کیلو هرتز در مدل ۸۷V، ۲۰ کیلوهرتز (با فیلتر پایین گذر، ۳ دسی‌بل به ازای یک کیلو هرتز) حداکثر تفکیک‌پذیری ۰/۱ میلی ولت
جریان AC	بیشترین جریان قابل سنجش ۱۰ آمپر (یا ۲۰آمپر، حداکثر ۳۰ ثانیه) دقت اندازه‌گیری در مدل ۸۳V، (۲+٪۱/۲)± در مدل ۸۷V، (۲+٪۱)±، rms واقعی حداکثر تفکیک‌پذیری ۰/۱ میکرو آمپر
مقاومت	حداکثر مقاومت، ۵۰ مگا اُهم دقت در مدل ۸۳V، (۱+٪۰/۴)± در مدل ۸۷V، ۱+(۱+٪۰/۲)± حداکثر تفکیک پذیری ۰/۱ اُهم

* این اعداد و ارقام در واقع مقایسه‌ای است که به توسط مؤلف کتاب بر روی دو نمونه از مالتی‌مترهای یک شرکت (مدل‌های ۸۳V و ۸۷V) صورت پذیرفته و جنبه‌ی عمومی ندارند.

شکل ۱۴ـ۷: توانایی‌ها و محدودیت‌های یک مالتی‌متر را در قسمت ویژگی‌های آن می‌توان مشاهده نمود.

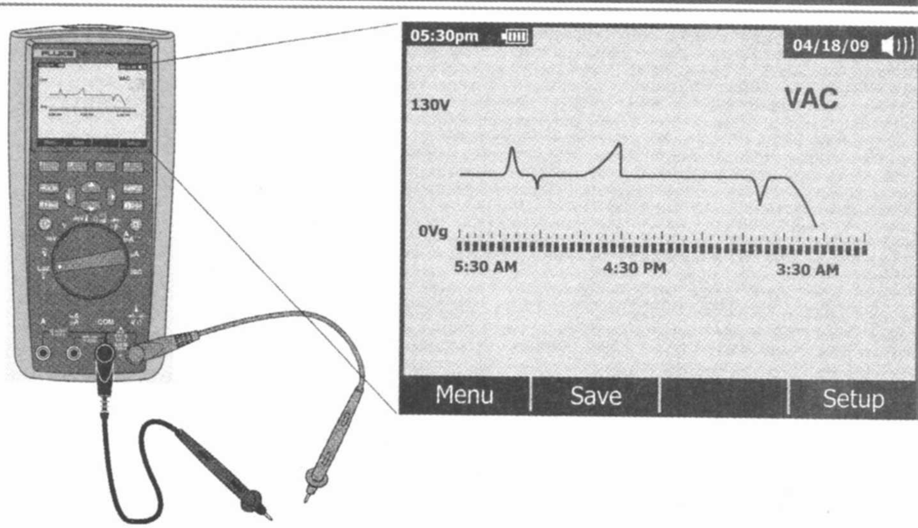
این ویژگی‌های عمومی، همچنین، زمان‌های پاسخ ولتاژها و مقاومت‌های سنجیده شده را نیز نشان می‌دهند. ویژگی‌های اندازه‌گیری، میزان دقت دستگاه در سنجش‌های مختلف را مشخص می‌سازند. در قسمتی از این مشخصات، میزان ولتاژهای AC یا DC، مقاومت‌ها و جریان‌های AC یا DC ی قابل اندازه‌گیری قید می‌شوند. برای مثال با مطالعه‌ی قسمت ویژگی‌های یک مالتی‌متر ملاحظه می‌کنیم که وقتی دستگاه بر روی رِنج ۶۰۰۰/۰ اُهم مقاومت قرارداده می‌شود، دقت سنجش معادل (۲+٪۰/۱)± است. منظور از این درجه دقت آن است که اگر با این مالتی‌متر یک مقاومت ۱۰۰۰ اُهمی را اندازه‌گیری کنیم، عدد قرائت شده ممکن است بین ۹۹۸/۸ الی ۱۰۰۱/۲ اُهم باشد.

در قسمت ویژگی های مالتی‌متر، علاوه بر دقت‌های اندازه‌گیری، رِنج‌های سنجش نیز معلوم می‌گردند. برای مثال، با مراجعه به لیست ویژگی‌های مالتی‌متر داده شده در صفحه‌ی قبل معلوم می‌شودکه این دستگاه قادر به اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DC تا حد ۱۰۰۰ ولت بوده و می‌توان مقاومت‌هایی تا حد ۵۰ مگا اُهم را با آن سنجید.

گزارش کار

درموقع عیب‌یابی یا تخمین این‌که یک مدار یا قطعه‌ی یک دستگاه برقی در طول یک دوره‌ی زمانی مشخص، به چه صورتی عمل می‌کند، داشتن و ضبط کردن مقادیر سنجیده شده، بسیار با ارزش و مغتنم خواهد بود.

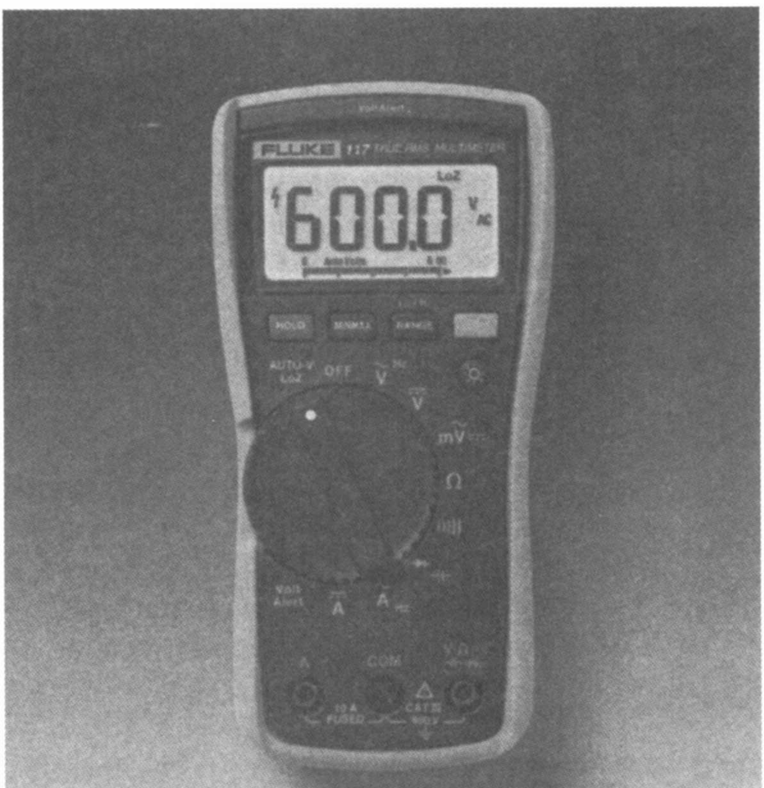
گزارش کار



شکل ۱۴ـ۸: در مالتی‌مترهای مجهز به قابلیت ارائه‌ی گزارش کار، اندازه‌ی کمیت موردنظر در طول یک دوره زمانی (ثانیه، دقیقه یا ساعت) ضبط گردیده و مقادیر مزبور نموداری را ایجاد می‌کنند که در راستای یک محور افقی نمایش داده می‌شود.

گزینش مالتی‌مترهای دیجیتالی

در مالتی‌مترهای مجهز به این قابلیت، مقادیر سنجیده شده (مثل ولتاژ، جریان، مقاومت، دما و غیره)، در خلال دوره‌های زمانی مشخص (مثل ثانیه، دقیقه یا ساعت)، ضبط شده و مطابق شکل ۱۴-۸، به صورت نموداری که در راستای یک محور افقی نمایش داده می‌شود، ارائه می‌گردند. در موقع عیب‌یابی یا بررسی وضعیت یکی از مصرف‌کننده‌های یک مدار، ملاحظه‌ی کمیت‌های الکتریکی اندازه‌گیری شده در طول زمان، بسیار مفید فایده می‌باشد. برای مثال، با دیدن نمودار جریان کشیده شده به توسط یک مصرف‌کننده، طی یک دوره‌ی ۲۴ ساعتی، می‌توان به مقادیر پیک، میانگین و کمترین جریان‌های مصرفی پی برد. به این ترتیب و با استفاده از این قابلیت مالتی‌متر، در هنگام اتصال یک کنتور ۱۵ آمپری به خط اصلی، با ملاحظه‌ی نمودار مزبور به سادگی می‌توان ارزیابی نمود که چه مصرف‌کننده‌های دیگری را می‌توان با خیال راحت و در کمال ایمنی به خط یاد شده اتصال داد. فرضاً اگر نمودار مزبور مشخص کند که در بدترین حالت، ۸ آمپر برق، از مدار عبور کرده، با خیال آسوده می‌توان مصرف‌کننده‌های دیگری را هم به مدار اضافه نمود.



شکل ۱۴-۹: فهرست ویژگی‌های یک مالتی‌متر، دقت سنجش آن در اندازه‌گیری ولتاژهای AC یا DC، مقاومت‌ها و شدت جریان‌های AC یا DC را مشخص می‌سازد.

ضمائم

برخی از پیشوندهای معمول

معادل	پیشوند	نماد
۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	گیگا	G
۱۰۰۰۰۰۰	مگا	M
۱۰۰۰	کیلو	k
۰/۰۰۱	میلی	m
۰/۰۰۰۰۰۱	میکرو	μ
۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱	نانو	n
۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	پیکو	p

پیشوندهای متریک

مفهوم	نماد	پیشوند	مضرب
تریلیون	T	ترا	$1000000000000=10^{12}$
میلیارد	G	گیگا	$1000000000=10^{9}$
میلیون	M	مگا	$1000000=10^{6}$
هزار	k	کیلو	$1000=10^{3}$
صد	h	هکتو	$100=10^{2}$
ده	da	دکا	$10=10^{1}$
یک دهم	d	دسی	$.1=10^{-1}$

مفهوم	نماد	پیشوند	مضرب
یک صدم	c	سانتی	$.01=10^{-2}$
یک هزارم	m	میلی	$.001=10^{-3}$
یک میلیونیوم	μ	میکرو	$.000001=10^{-6}$
یک بیلیونیوم	n	نانو	$.000000001=10^{-9}$
یک تریلیونیوم	p	پیکو	$.000000000001=10^{-12}$

تبدیلات متریک

واحد اولیه	واحد نهایی											
	پیکو	نانو	میکرو	میلی	سانتی	دسی	واحد اصلی	دکا	هکتو	کیلو	مگا	گیگا
گیگا	21R	18R	15R	12R	11R	10R	9R	8R	7R	6R	3R	
مگا	18R	15R	12R	9R	8R	7R	6R	5R	4R	3R		3L
کیلو	15R	12R	9R	6R	5R	4R	3R	2R	1R		3L	6L
هکتو	14R	11R	8R	5R	4R	3R	2R	1R		1L	4L	7L
دکا	13R	10R	7R	4R	3R	2R	1R		1L	2L	5L	8L
واحد اصلی	12R	9R	6R	3R	2R	1R		1L	2L	3L	6L	9L
دسی	11R	8R	5R	2R	1R		1L	2L	3L	4L	7L	10L
سانتی	10R	7R	4R	1R		1L	2L	3L	4L	5L	8L	11L
میلی	9R	6R	3R		1L	2L	3L	4L	5L	6L	9L	12L
میکرو	6R	3R		3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L	12L	15L
نانو	3R		3L	6L	7L	8L	9L	10L	11L	12L	15L	18L
پیکو		3L	6L	9L	10L	11L	12L	13L	14L	15L	18L	21L

R ، نقطه‌ی اعشاری را به اندازه‌ی یک عدد به سمت راست ببرید .

L ، نقطه‌ی اعشاری را به اندازه یک عدد به سمت چپ ببرید .

کمیات الکتریکی معمول

علامت اختصاری و واحد اندازه‌گیری	نام	کمیت
V- ولت	ولتاژ	E
A- آمپر	جریان	I
Ω- اُهم	مقاومت	R

کمیت	نام	علامت اختصاری و واحد اندازه‌گیری
P	توان	W- وات
P	توان ظاهری	VA- ولت آمپر
C	ظرفیت	F- فاراد
L	اندوکتانس	H- هانری
Z	امپدانس	Ω- اُهم
G	رسانایی	S- زیمنس
f	فرکانس	Hz- هرتز
T	دوره‌ی تناوب	s- ثانیه

امواج سینوسی

فرکانس	دوره‌ی تناوب
$f=\frac{1}{T}$ که در آن: دوره‌ی تناوب بر حسب ثانیه =T فرکانس برحسب هرتز = f	$T=\frac{1}{f}$ که در آن: فرکانس بر حسب هرتز = f دوره‌ی تناوب بر حسب ثانیه= T

اندازه‌ی پیک تا پیک
$V p\text{-}p=2\times V max$ که در آن: V p-p = اندازه‌ی پیک تاپیک V max = اندازه‌ی پیک

اندازه‌ی میانگین
$Vavg = Vmax\times.637$ که در آن: Vavg = اندازه‌ی میانگین برحسب ولت Vmax = اندازه‌ی پیک برحسب ولت

اندازه‌ی rms
$Vrms=Vmax\times.707$ که در آن: Vrms = ولتاژ rms برحسب ولت Vmax = ولتاژ پیک برحسب ولت

بازه‌های ولتاژ برق شهر

بازه در محل مصرف		بازه‌ی خط		تعداد فازها و ولتاژهای برق شهر
قابل قبول	رضایت بخش	قابل قبول	رضایت بخش	
106-127	110-126	110-127	114-126	120,1Φ
106/212-127/254	110/220-126/252	110/220-127/254	114/228-126/252	120/240.1Φ
106/184-127/220	110/191-126/218	110/191-127/220	114/197-126/218	120/208,3Φ
106/212-127-254	110/220-126/252	110/220-127/254	114/228-126/252	120/240,3Φ
254/424-293/508	254/440-291/504	254/440-293/508	263/456-291/504	277/480,3Φ

همه‌ی ارقام برحسب ولت هستند.

برخی از معمول‌ترین عیوب مدارهای برقی

اندازه‌گیری، تست	نتایج مورد انتظار	مشکل احتمالی
ولتاژ rms برق شهر[1]	۱۱۰ الی ۱۲۷ ولت	درصورت کمتر بودن ولتاژ از این حد، مدار تحت اضافه بار است، سیم یا کابل نامناسبی انتخاب شده، محل اتصال دو سیم به هم مقاومت بالایی دارد، طول مدار از حد مجاز فراتر رفته است.
ولتاژ پیک	۱/۴۱ برابر ولتاژ rms	هارمونی‌ها باعث ایجاد بار در مدار می‌گردند.
اُفت ولتاژ	کمتر از ۵٪	درصورتی که فراتر از ۵٪ باشد، مدار تحت اضافه‌بار قرار دارد، سیم یا کابل نامناسبی انتخاب شده، محل اتصال دو سیم به هم مقاومت بالایی دارد، طول مدار از حد مجاز فراتر رفته است.
ولتاژ زمین - نول	بین ۰/۵ تا ۵ ولت	اگر کمتر از ۰/۵ ولت باشد احتمالاً سیم نول با زمین اتصال پیدا کرده است و در صورتی که بیش از ۵ ولت باشد، مدار تحت اضافه بار است.
امپدانس زمین	کمتر از ۱ اُهم برای حفاظت کارکنان و کمتر از ۰/۲۵ اهم برای حفاظت دستگاه‌های الکترونیکی	مدار تحت اضافه بار است، مقاومت محل اتصال دو سیم به هم بیش از حد مجاز می‌باشد، طول مدار از حد مجاز فراتر رفته است.
تست GFCI[2]	کمتر از ۷ میلی آمپر و در زمانی کمتر از ۲۰۰ میلی‌ثانیه	سیم‌کشی نامناسب یا خراب بودن GFCI
آزمایش جرقه	رهاسازی کنتاکت‌ها	خرابی پلاتین‌های AFCI[3]، سیم‌کشی نامناسب

۱ - برای ایران، ۲۲۰ الی ۲۴۰ ولت

۲ - یک مدارشکن یا فیوز حفاظتی که در صورتی که جریان زمین از میزان معینی فراتر رود، مدار را قطع می‌کند.

۳ - یک مدارشکن یا فیوز حفاظتی که در اثر جرقه‌زنی کنتاکت‌های وسائل مختلف مدار مثل کلیدها، رله‌ها و غیره و نوسانات سریع و آنی جریان جاری در مدار، آن را قطع می‌کند.

آدرس پستی و سایت برخی از مؤسسات استاندارد و آزمایشگاه‌های تست تأیید شده

Underwriters Laboratories, Inc.® (UL)	333 Pfingsten Rd. Northbrook, IL 60062 USA Tel: 847-272-8800 www.ul.com
American National Standards Institute (ANSI)	1 W. 42nd st. New York, NY 10036 USA Tel: 212-642-4900 www.ansi.org
British Standards Institution (BSI)	389 Chiswick High Road London W4 4AL United Kingdom www.bsi.org .uk
CENELEC Comite European de Normalisation Electrotechnique	Rue de Stassart, 35 B 1050 Brussels Tel: +32 2 519 68 71 www.cenelec.be
Canadian Standards Association (CSA)	Central Office 178 Rexdale Blvd Etobicoke (Toronto), Ont. M9W 1 R3 Tel: 416-747-4000 www.csa.ca
Verband der Elektrotechnik und Informationstechnik (VDE)	Frankfurt am main Germany www.vde.de
Japanese Standards Association (JSA)	1-24, Akasaka 4 Minato-ku Tokyo 107 Japan
International Electrotechnical Commission (IEC)	3, rue de Varembe, PO Box 131 1211 Geneva 20 Switzerland Tel: +41 22919021 1 www.iec.ch
The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc. (IEEE)	345 E. 47th St., New York, NY 10017 Tel: 800-678-4333 www.ieee.org
National Institute of Standards and Technology Calibration Program (NIST)	Bldg. 820, Room 232 Gaithersburg, MD 20899 Tel: 301 -975-6478 www.nist.gov
National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Standards Publication Office	2101 L St., NW Suite 300 Washington, DC 20037 USA Tel: 202-457-8400 www.nema.org
International Standards Organization (ISO)	1 rue de Varembe Case postale 56 CH-1211 Geneva 20 Switzerland Tel: +41 2274901 11 www.iso.ch
OSHA Region 1 Regional Office	JFK Federal Building, Room E340 Boston, MA 02203 Tel: 617-565-9860 www.osha.gov
TUV Rheinland of North America, Inc.	12 Commerce Rd. , Newton, CT 06470 Tel: 203-426-0888 www.us.tuv.com

محاسبات مدارهای سری

مقاومت‌ها

$R_T=R_1+R_2+R_3+...$

که در آن:

$R_T =$ مقاومت کل بر حسب اُهم

$R_1 =$ مقاومت اول بر حسب اُهم

$R_2 =$ مقاومت دوم بر حسب اُهم

$R_3 =$ مقاومت سوم بر حسب اُهم

ولتاژ

$V_T=V_1+V_2+V_3+...$

که در آن:

$V_T =$ کل ولتاژ اعمال شده بر حسب ولت

$V_1 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده‌ی اول بر حسب ولت

$V_2 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده‌ی دوم بر حسب ولت

$V_3 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده‌ی سوم بر حسب ولت

جریان

$I_T=I_1=I_2=I_3$

که در آن:

$I_T =$ جریان کلی جاری در مدار بر حسب آمپر

$I_1 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی اول بر حسب آمپر

$I_2 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی دوم بر حسب آمپر

$I_3 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی سوم بر حسب آمپر

محاسبات مدارهای موازی

مقاومت

$$R_T=\frac{(R_1\times R_2)}{(R_1+R_2)}$$ و $$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+...$$

که در آن:

$R_T =$ مقاومت کل مدار بر حسب اُهم

$R_1 =$ مقاومت اول بر حسب اُهم

$R_2 =$ مقاومت دوم بر حسب اُهم

$R_3 =$ مقاومت سوم بر حسب اُهم

ولتاژ
$V_T=V_1=V_2=V_3=...$
که در آن:
$V_T =$ کل ولتاژ اعمال شده بر حسب ولت
$V_1 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده اول بر حسب ولت
$V_2 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده دوم بر حسب ولت
$V_3 =$ اُفت ولتاژ در دو سر مصرف‌کننده سوم بر حسب ولت

جریان
$I_T=I_1+I_2+I_3+...$
که در آن:
$I_T =$ جریان کلی جاری در مدار بر حسب آمپر
$I_1 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی اول بر حسب آمپر
$I_2 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی دوم بر حسب آمپر
$I_3 =$ جریان جاری در مصرف‌کننده‌ی سوم بر حسب آمپر

مکان‌های خطرناک

کلاس	گروه	ماده
۱	A	استیلن
	B	هیدروژن، بوتادین، اکسید اتیلن، اکسید پروپیلن
	C	منوکسید کربن، اتر، اتیلن، SH_2، مورفولین، سیکلوپروپان
	D	بنزین، بنزن، بوتان، پروپان، الکل، استون، آمونیاک، وینیل کلراید
۲	E	پودر یا گَرد فلزات
	F	دوده، ذرات و پودر زغال کُک، زغال‌سنگ
	G	ذرات پراکنده‌ی ناشی از انبار کردن غلات و حبوبات، آرد، نشاسته، شکر و پلاستیک‌ها
۳	فاقد گروه	تراشه و خرده‌های چوب، الیاف کتان، بَزرک و گیاهان مشابه، نایلون

فرمول‌های محاسبه‌ی اُفت ولتاژهای تکفاز و سه فاز

تعداد فاز	مطلوب	فرمول مورد استفاده	مثال		
			داده‌ها	مطلوب	راه‌حل
1ϕ	VD	$VD=\frac{2\times R\times L\times I}{1000}$	240 V. 40 A 60 L. 0.764 R	VD	$VD=\frac{2\times R\times L\times I}{1000}$ $VD=\frac{2\times .764\times 60\times 40}{1000}$ $VD=3.67\ V$

تعداد فاز	مطلوب	فرمول مورد استفاده	مثال		
			داده‌ها	مطلوب	راه‌حل
3ϕ	VD	$VD=\frac{2\times R\times L\times I}{1000}\,0.866$	208 V. 110 A 75 L. 0.194 R	VD	$VD=\frac{2\times R\times L\times I}{1000}\,0.866$ $VD=\frac{2\times 0.194\times 75\times 110}{1000}\,0.866$ VD=2.77 V

$*\frac{\sqrt{3}}{2}=0.866$

فرمول‌های AC/DC

مطلوب	DC	AC		
		1ϕ 115, یا 220V	1ϕ 208,230, یا 240V	تمام ولتاژهای - 3ϕ
I, مشخص HP	$\frac{HP\times 746}{E\times E_{ff}}$	$\frac{HP\times 746}{E\times E_{ff}\times PF}$	$\frac{HP\times 746}{E\times E_{ff}\times PF}$	$\frac{HP\times 746}{1.73\times E\times E_{ff}\times PF}$
I, مشخص kW	$\frac{kW\times 1000}{E}$	$\frac{kW\times 1000}{E\times PF}$	$\frac{kW\times 1000}{E\times PF}$	$\frac{kW\times 1000}{1.73\times E\times PF}$
I, مشخص kVA		$\frac{kVA\times 1000}{E}$	$\frac{kVA\times 1000}{E}$	$\frac{kVA\times 1000}{1.763\times E}$
kW	$\frac{I\times E}{1000}$	$\frac{I\times E\times PF}{1000}$	$\frac{I\times E\times PF}{1000}$	$\frac{I\times E\times 1.73\times PF}{1000}$
kVA		$\frac{I\times E}{1000}$	$\frac{I\times E}{1000}$	$\frac{I\times E\times 1.73}{1000}$
HP (خروجی)	$\frac{I\times E\times E_{ff}}{746}$	$\frac{I\times E\times E_{ff}\times PF}{746}$	$\frac{I\times E\times E_{ff}\times PF}{746}$	$\frac{I\times E\times 1.73\times E_{ff}\times PF}{746}$

بازده یا راندمان = E_{ff}

تبدیل ولتاژها به هم

برای تبدیل	به	در ... ضرب کنید
rms	میانگین	۰/۹
rms	پیک	۱/۴۱۴
میانگین	rms	۱/۱۱۱
میانگین	پیک	۱/۵۶۷

برای تبدیل	به	در ... ضرب کنید
پیک	rms	۰/۷۰۷
پیک	میانگین	۰/۶۳۷
پیک	پیک تا پیک	۲

واحدهای توان

توان	W	ft lb/s	HP	kW
وات	1	0.7376	1.341×10^{-3}	0.001
فوت- پوند بر ثانیه	1.356	1	0.818×10^{-3}	1.356×10^{-3}
اسب بخار	745.7	550	1	0.7457
کیلووات	1000	737.6	1.341	1

اندازه‌ی استاندارد فیوزها و مدارشکن‌ها (آمپر)

15,20,25,30,35,40,45,
50,60,70,80,90,100,110,
125,150,175,200,225
250,300,350,400,450,
500,600,700,800
1000,1200,1600
2000,2500,3000,4000,5000,6000

جریان تمام بار موتورهای سه‌فاز AC

توان موتور (اسب)	جریان (A)			
	208 V	230 V	460 V	575 V
¼	1.11	0.96	0.48	0.38
1/3	1.34	1.18	0.59	0.47
½	2.2	2.0	1.0	0.8
¾	3.1	2.8	1.4	1.1
1	4.0	3.6	1.8	1.4
1 ½	5.7	5.2	2.6	2.1
2	7.5	6.8	3.4	2.7

توان موتور (اسب)	جریان (A)			
	208 V	230 V	460 V	575 V
3	10.6	9.6	4.8	3.9
5	16.7	15.2	7.6	6.1
7 ½	24.0	22.0	11.0	9.0
10	31.0	28.0	14.0	11.0
15	46.09	42.0	21.0	17.0
20	59	54	27	22
25	75	68	34	27
30	88	80	40	32
40	114	104	52	41
50	143	130	65	52
60	169	154	77	62
75	211	192	96	77
100	273	248	124	99
125	343	312	156	125
150	396	360	180	144
200	-	480	240	192
250	-	602	301	242
300	-	-	362	288
350	-	-	413	337
400	-	-	477	382
500	-	-	590	472

جریان تمام بار موتورهای DC

توان موتور (اسب)	جریان (A)	
	120 V	240 V
¼	3.1	1.6
1/3	4.1	2.0
½	5.4	2.7
¾	7.6	3.8
1	9.5	4.7
1 ½	13.2	6.6

توان موتور (اسب)	جریان (A)	
	120 V	240 V
2	17	8.5
3	25	12.2
5	40	20
7 ½	48	29
10	76	38

جریان تمام بار موتورهای تکفاز AC

توان موتور (اسب)	جریان (A)	
	120 V	240 V
1/6	4.4	2.2
¼	5.8	2.9
1/3	7.2	3.6
½	9.8	4.9
¾	13.8	6.9
1	16	8
1 ½	20	10
2	24	12
3	34	17
5	56	28
7 ½	80	40

رمز رنگی سیم‌ها در مدارهای تکفاز و سه‌فاز

رنگ سیم‌ها	نوع مدار	ولتاژ بر حسب ولت
مشکی (فاز)، سفید (نول)، سبز (زمین).	تکفاز، دو سیمه با زمین	۱۲۰
مشکی (فاز)، قرمز (فاز بعدی)، سفید (نول)، سبز (زمین)	تکفاز، سه سیمه با زمین	۱۲۰/۲۴۰
مشکی، قرمز و آبی (فازهای اصلی)، سفید (نول)، سبز (زمین).	سه فاز، چهار سیمه، ستاره، زمین	۱۲۰/۲۰۸
مشکی، قرمز و آبی (فازهای اصلی)، سبز (زمین).	سه فاز، سه سیمه، مثلث، زمین	۲۴۰
مشکی (فاز۱)، قرمز (فاز۲)، پرتقالی (فاز۳)، سفید (نول)، سبز (زمین)	سه فاز، چهار سیمه، مثلث، زمین	۱۲۰/۲۴۰

ولتاژ بر حسب ولت	نوع مدار	رنگ سیم‌ها
۲۷۷/۴۸۰	سه فاز، چهارسیمه، ستاره، زمین	قهوه‌ای، پرتقالی، زرد (فازهای اصلی)، سفید (نول)، سبز (زمین).
۴۸۰	سه فاز، سه سیمه، مثلث، زمین	قهوه‌ای، پرتقالی، زرد (فازهای اصلی)، سبز (زمین).

تبدیل واحدهای انرژی به هم

انرژی	BTU	فوت پوند	ژول	کیلو کالری	کیلو وات ساعت
BTU	۱	۷۷۷/۹	۱/۰۵۶	۰/۲۵۲	$۲/۹۳۰\times ۱۰^{-۴}$
فوت- پوند	$۱/۲۸۵\times ۱۰^{-۳}$	۱	۱/۳۵۶	$۳/۲۴۰\times ۱۰^{-۴}$	$۳/۷۶۶\times ۱۰^{-۷}$
ژول	$۹/۴۸۱\times ۱۰^{-۴}$	۰/۷۳۷۶	۱	$۲/۳۹۰\times ۱۰^{-۴}$	$۲/۷۷۸\times ۱۰^{-۷}$
کیلوکالری	۳/۹۶۸	$۳/۰۸۶\times ۱۰^{۳}$	$۴/۱۸۴\times ۱۰^{۳}$	۱	$۱/۱۶۳\times ۱۰^{-۳}$
کیلو وات ساعت	$۳/۴۱۳\times ۱۰^{۳}$	$۲/۶۵۵\times ۱۰^{۶}$	$۳/۶\times ۱۰^{۶}$	۸۶۰/۲	۱

مشخصات استاندارد دستکش‌های لاستیکی عایق

گروه	حداکثر ولتاژ مجاز	رنگ استاندارد
۰۰	۵۰۰	بژ
۰	۱۰۰۰	قرمز
۱	۷۵۰۰	سفید
۲	۱۷۰۰۰	زرد
۳	۲۶۵۰۰	سبز
۴	۳۶۰۰۰	پرتقالی

پاره‌ای از اختصارات کمیات برقی و الکترونیکی

اختصار	مفهوم
A	آمپر، آمپرمتر، آنُد، آرمیچر
AC	جریان متناوب
AC/DC	« جریان متناوب ـ جریان مستقیم»
A/D	آنالوگ به دیجیتال
AF	فرکانس صوتی

اختصار	مفهوم
AFC	کنترل خودکار فرکانس
Ag	نقره
ALM	هشداردهنده
AM	آمپرمتر، مدولاسیون دامنه، دامنه
AM/FM	«مدولاسیون دامنه ـ مدولاسیون فرکانس»
ARM.	آرمیچر، روتور
Au	طلا، خودکار (اتوماتیک)
AVC	کنترل خودکار ولوم
AWG	استاندارد آمریکایی قطر سیم‌ها
BAT.	باتری
BCD	سیستم باینری کُدبندی‌شده به صورت اعشاری
BJT	ترانزیستور دو قطبی
bk.	مشکی
bl.	آبی
BR	رله‌ی ترمز
brw	قهوه‌ای
C	درجه‌ی سانتیگراد، ظرفیت، خازن
CAP.	خازن
CB	مدارشکن، باند خصوصی
CC	کلکتور مشترک
CCW	پادساعتگرد (بر خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت)
CE	امیتر مشترک
CEMF	نیروی ضد محرکه‌ی الکتریکی
CKT	مدار
CONT	پیوسته، کنترل، کنتاکت
CPS	سیکل بر ثانیه، پایداری پتانسیل کاتُد
CPU	واحد پردازشگر مرکزی
CR	رله‌ی کنترل، اشعه‌ی کاتُدی، آهنگ جریان
CRM	رله‌ی کنترل‌کننده‌ی اصلی
CT	ترانسفورماتور جریان، سر وسط، ترانسفورماتور کنترل
CW	ساعتگرد (در جهت حرکت عقربه‌های ساعت)، موج حامل

اختصار	مفهوم
D	قطر، دیود، به طرف پایین، چگالی، اعوجاج
D/A	دیجیتال به آنالوگ
DB	رلـه یا کنتاکتور ترمزگیری دینامیک (یک روش ترمزگیری که معمولاً در موتورهای DC به کار می‌رود).
DC	جریان مستقیم
DIO	دیود
DISC.	کلید قطع‌کننده، قطع، جدا
DMM	مالتی‌متر دیجیتالی
DP	دو قطبی
DPDT	دو پُل دوراهه
DPST	دو پُل تک راهه
DS	کلید غلتکی، یک جور کلید قوی با سـه ایسـتگاه خاموش، روشن در جهت موافق و روشـن در جهت مخالف که در مواردی که روشـن و خامـوش کردن‌های پی در پی مورد نیاز باشد، استفاده می‌شود.
DT	دو راهه
DVM	ولت‌متر دیجیتالی
EMF	نیروی محرکه‌ی الکتریکی
F	سریع، میدان، در جهت موافق، فیوز، فاراد
°F	درجه‌ی فارنهایت
FET	ترانزیستور اثر میدان
FF	فلیپ فلاپ
FLC	جریان تمام بار
FLS	کلیدی که عبور جریان سیال را مشخص می‌کند.
FLT	گشتاور تمام بار
FM	مدولاسیون فرکانس، اف ام
FREQ	فرکانس
FS	کلید شناور، جابجایی فرکانس، ضریب اطمینان
FTS	کلید زیرپایی
FU	فیوز
FWD	در جهت موافق، به طرف جلو
G	گیت، گیگا

اختصار	مفهوم
GEN	ژنراتور، مولد
gr	خاکستری
GRD	زمین
grn	سبز
H	هانری، طرف ولتاژ قوی ترانسفورماتور، فلوی مغناطیسی
HF	فرکانس بالا
HP	اسب بخار یا اختصاراً اسب، بالاگذر، فشار بالا
Hz	هرتز
I	جریان الکتریکی
IC	آی‌سی، مدار مجتمع، با اتصال داخلی
INT	قطع، حد وسط، وقفه، داخلی، متقاطع
INTLK	همبند، یک جور مکانیسم ایمنی که تا عدم ایجاد شرایط مناسب، اجازه‌ی روشن کردن دستگاه را نمی‌دهد.
IOL	اضافه بار لحظه‌ای
IR	مادون قرمز، رله‌ی تندکار، مقاومت داخلی
ITB	قطع کننده‌ی زمانی معکوس
ITCB	قطع کننده با رهاسازی آنی
JB	جعبه تقسیم
JFET	ترانزیستور اثر میدان پیوندی
k	کیلو، کاتُد
L	خط (برق شهر)، بار، پیچک، اندوکتانس
LB-FT	«پوند ـ فوت»
LB-IN	«پوند ـ اینچ»
LC	«خازن ـ پیچک»
LCD	صفحه‌ی نمایش از جنس کریستال مایع
LCR	«خازن ـ پیچک ـ مقاومت»
LED	دیود انتشار نوری
LRC	جریان جاری در مدار موتور الکتریکی در وضعیت گیرپاژ آرمیچر آن
LS	لیمیت سویچ، کلید حدی، بلندگو
LT	نور، زمان محلی
M	موتور، استارتر موتور، کنتاکت‌های استارتر موتور

ضمائم

اختصار	مفهوم
MAX.	حداکثر
MB	ترمز مغناطیسی، بالاست اصلی
MCS	کلید مدار موتور، مگا سیکل بر ثانیه
MED	متوسط
MEM	حافظه
MIN.	حداقل
MN	دستی، غیر خودکار
MOS	نیمه هادی «فلز - اکسید»
MOSFET	ترانزیستور اثر میدان از خانواده نیمه هادی‌های «فلز-اکسید»
MTR	موتور
N	شمال، تعداد، معمولی
NC	معمولاً بسته، فاقد اتصال، کنترل عددی
NEG	منفی
NEUT	نول
NO	معمولاً باز، شماره
NPN	یک جور ترانزیستور به همین نام
NTDF	فیوز تُندکار و بلادرنگ
O	نوسان‌ساز
OCPD	وسیله‌ی حفاظتی حساس به جریان فراتر از حد مجاز
OHM	اُهم متر
OL	اضافه بار
or	پرتقالی
OZ/IN	اونس‌بر اینچ
P	پیک، مثبت، توان، توان مصرفی، دوره‌ی تناوب، فشار، دو شاخه
PB	شستی، دکمه‌ی فشاری
PCB	بُرد مدار چاپی
PH	فاز
PLS	کلیدی که با معکوس کردن جهت جریان داده شده به موتور القائی، باعث ترمز آن می‌شود. اگر اِعمال جریان مخالف ادامه یابد، روتور در جهت معکوس گردش خواهد کرد.
PNP	یک جور ترانزیستور به همین نام

اختصار	مفهوم
POS	مثبت، کلید فعال شونده با فشار
POT.	پتانسیومتر، مقاومت تنظیم شدنی
P-P	پیک تا پیک
PRI	اولیه (ترانسفورماتور)
PS	کلید فشـاری، کلیدی که کنتاکت‌هایش با اِعمال فشـار وصل کرده و با حذف فشار، قطع می‌کند ـ منبع تغذیه.
PSI	پوند بر اینچ مربع
PUT	گشتاور متوقف کننده
Q	ترانزیستور
R	شعاع، قرمز، مقاومت، حرکت معکوس، گیرنده، یکسو کننده، رادیو
RAM	حافظه‌ی فرّاری که قابلیت خواندن و نوشتن در آن مهیا می‌باشد.
RC	«مقاومت- خازن»
RCL	«مقاومت- خازن- پیچک»
REC	ضبط، یکسو کننده
RES	مقاومت
REV	معکوس، گردش
RF	فرکانس رادیوئی
RH	رئوستا، رطوبت نسبی، سمت راست
rms	مؤثر، ریشه‌ی میانگین مربعی
ROM	حافظه‌ای که قابل خواندن بوده و لیکن قابل تغییر نیست.
rpm	دور بر دقیقه
RPS	دور بر ثانیه
S	سری، آهسته، جنوب، کلید
SCR	یکسو کننده‌ی کنترل شده سیلیکونی
SEC	ثانویه (ترانسفورماتور)
SF	ضریب کارکرد، فرکانس سیگنال
SOC	سوکت، اتصال مادگی
SOL	سلونوئید
SP	تک قطبی، تکفاز، شمع، فشار استاندارد
SPDT	تک پُل دوراهه
SPST	تک پُل تک‌راهه

ضمائم

اختصار	مفهوم
SS	سلکتور، کلید چند وضعیتی، تک سیگنال
SSW	کلید ایمنی
SW	کلید، موج کوتاه، موج ساکن
T	تِرا، ترمینال، گشتاور، ترانسفورماتور، زمان، ثابت زمانی، دما
TB	بُرد یا صفحه‌ی ترمینال، مبنای زمان
TD	تأخیر زمانی
TDF	فیوز با تأخیر زمانی
TEMP	دما
THS	کلید ترموستاتی
TR	رله‌ی با تأخیر زمانی، ترانسفورماتور، ضبط‌کننده‌ی دما
TTL	منطق ترانزیستور ـ ترانزیستور، خانواده‌ای از آی‌سی‌ها به همین نام
U	در جهت بالا، نهایی
UCL	به جایی محکم نشده، آزاد
UHF	فرکانس فوق‌العاده بالا
UJT	ترانزیستور تک پیوندی
UV	ماوراء بنفش، زیر ولتاژ (کمتر از یک ولتاژ مشخص)
V	ولت
VA	«ولت- آمپر»
V.AC	ولتاژ متناوب
V.DC	ولتاژ مستقیم
VHF	فرکانس خیلی بالا
viol	بنفش
VLF	فرکانس خیلی پایین
VOM	«ولت- اُهم، میلی آمپرمتر»
W	وات
w/	با
wh	سفید
X	طرف ولتاژ پایین یا ضعیف ترانسفورماتور
yel	زرد
Z	امپدانس

واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

A

abbreviation	یک حرف یا ترکیبی از چند حرف که کلمه‌ای را مشـخص می‌کنند.
accuracy	بزرگ‌تریـن خطای مجـازی که تحت یک شـرایط خاص عملکردی، ممکن است رخ بدهد.
AC sinewave	شـکل موج سینوسی AC - یک شـکل موج متقارن که در ۳۶۰ درجه تکمیل می‌شود.
AC voltage	ولتاژ AC، ولتاژ متناوب، برق شـهر، معمول‌ترین ولتاژی که در کارهای روزمره از آن استفاده می شود.
alternating current (AC)	جریانی که در فواصل زمانی مشخص، جهت خود را عوض می‌کند.
alternation	نیمی از یک چرخه ـ تناوب.
ampere	آمپر، واحد سـنجش شـدت جریان. وقتـی از یک نقطه‌ی مـدار، در هـر ثانیه، یـک کولن بـار الکتریکی عبـور کند می‌گویند شدت جریان مدار، یک آمپر است.
anode	قطب یا سرسیم مثبت دیود ـ آنُد.
arc blast	انفجاری که در اثر یونیزه‌شدن و هدایت‌کردن هوای محیط رخ می‌دهد. ترکش جرقه.

arc blast hood
ماسک کامل ـ یک وسیله‌ی حفاظتی صورت و چشمان که کل سر تعمیرکار را با پلاستیک و سایر مواد پوشش می‌دهد.

arc flash
یک جور تخلیه‌ی الکتریکی که در فاصله هوایی بین سیم‌های فاز و نول یا فاز و زمین رخ می‌دهد. درخشش جرقه.

autorange mode
یکی از توانایی مالتی‌مترهای دیجیتالی که دستگاه، به وسیله‌ی آن رِنجی را برمی‌گزینند که از بهترین دقت و تفکیک‌پذیری برخوردار باشد.

autorange DMM
مالتی‌متری که در صورت گزینش یک رِنج نامناسب به توسط کاربَر، به شکل خودکار، از رِنج بالاتری استفاده می‌کند تا از تفکیک‌پذیری بهتری در سنجش کمیت مورد اندازه‌گیری سود جوید.

average recording mode
یک وضعیت ضبط حالت «حداقل ـ حداکثر» مالتی‌متر دیجیتالی که به‌طور پیوسته و در طول زمان، مقدار میانگین کمیت سنجیده شده را محاسبه و نمایش می‌دهد.

average voltage value (V_{avg})
میانگین ریاضی کلیه‌ی ولتاژهای لحظه‌ای سنجیده شده‌ی یک موج سینوسی.

B

bar graph
LED هایی که در قسمت پایینی صفحه‌ی LCDی یک مالتی‌متر دیجیتالی قرار داشته و با روشن و خاموش شدن‌های خود در هنگام اتصال به نقاط مورد آزمایش، در واقع عملکرد یک مالتی‌متر عقربه‌ای را شبیه‌سازی می‌کنند. نمودار میله‌ای.

C

capacitance (C)
توانایی یک مدار یا قطعه برای نگهداشتن انرژی به صورت بارهای الکتریکی. ظرفیت.

capacitance measurement mode
یکی از وضعیت‌های مالتی‌متر دیجیتالی برای سنجش ظرفیت خازن یا آزمایش آن.

capacitor	خازن ـ قطعه‌ای که برای ذخیره‌سازی بارهای الکتریکی به کار می‌رود.
carbon monoxide (CO)	یک گاز سمی بی‌رنگ و بی‌بو که از احتراق ناقص مواد کربنی (چوب، گاز طبیعی، بنزین، روغن‌های سوختنی و غیره) پدید می‌آید.
carbon monoxide (CO) probe	یکی از ملحقات مالتی‌مترهای دیجیتالی که برای اندازه‌گیری میزان منو اکسید کربن موجود در هوا به‌کار می‌رود.
cathode	کاتُد ـ سرسیم یا قطب منفی دیود.
clamp – on ammeter	آمپرمتر گیره‌ای یا کلمپی ـ یک وسیله‌ی سنجش شدت جریان که با حلقه‌زدن به دور یکی از سیم‌های مدار، شدت میدان مغناطیسی حاصله را می‌سنجد.
code	کُد ـ رمز ـ کمترین موارد قانونی مورد نیاز یک وسیله یا دستگاه.
cold resistance	مقاومت قطعه وقتی هیچ جریانی از آن عبور نمی‌کند.
contact temperature probe	یکی از ملحقات مالتی‌متر دیجیتالی که با تماس مستقیم به نقطه یا ناحیه‌ی مورد نظر، دمای آن را مشخص می‌سازد.
continuity	پیوستگی ـ وجود یک مسیر کامل برای عبور جریان.
conventional current flow	مسیر قراردادی عبور جریان از قطب مثبت به قطب منفی
crest factor	حاصل تقسیم اندازه‌ی ولتاژ پیک به ولتاژ مؤثر.
current	شدت جریان ـ بار الکتریکی عبور کرده از مدار در واحد زمان
cycle	چرخه ـ سیکل ـ یک شکل موج کامل از یک ولتاژ یا جریان متناوب.

D

DC voltage	ولتاژ مستقیم ـ ولتاژDC ـ ولتاژی که فقط در یک جهت جاری می‌شود.

decibel (dB)	دسی‌بل ـ سنجش شدت یا بزرگی یک سیگنال الکترونیکی در مقایسه با یک سیگنال دیگر.
digital multimeter (DMM)	یک وسیله‌ی سنجش الکتریکی برای اندازه‌گیری دو یا چند یا کمیت مختلف که از یک صفحه‌ی نمایش دیجیتالی سود می‌جوید.
diode	دیود ـ یک قطعه الکترونیکی که جریان را فقط در یک جهت از خود عبور می‌دهد.
diode test mode	یکی از وضعیت‌های مالتی‌متر دیجیتالی که برای بررسی خصوصیات دیود به کار می‌رود.
direct current (DC)	جریان مستقیم ـ جریان DC ـ جریانی که فقط در یک جهت در مدار جاری می‌شود.
DMM accessory	یک ضمیمه یا وسیله‌ی مجزای اندازه‌گیری که با اتصال به مالتی‌متر دیجیتالی، موجب افزایش کارایی و مفید بودن آن می‌شود.
DMM specification	ریز جزئیات و خصوصیات یک مالتی‌متر دیجیتالی که محدودیت‌ها و توانایی‌های دستگاه را مشخص می‌سازد.
duty cycle (duty factor)	چرخه‌ی‌کار ـ روش دیگری برای اندازه‌گیری فرکانس که معادل نسبت زمان وصل یا روشن بودن یک مصرف‌کننده یا مدار به مجموع زمان‌های قطع و وصل بودن آن می‌باشد و غالباً برحسب درصد مشخص می‌گردد.

E

electrical shock	برق گرفتگی ـ به وضعیتی گفته می‌شود که بدن انسان قسمتی از یک مدار الکتریکی را تشکیل دهد.
electric arc	قوس الکتریکی ـ تخلیه‌ی یک جریان الکتریکی در یک فاصله‌ی هوایی.
electron current flow	عبور جریان الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت.

event logging (recording mode) — یکی از وضعیت‌های مالتی‌متر دیجیتالی که با استفاده از آن می‌توان اطلاعات و وقایع رخ داده در مدار را در طی یک دوره‌ی زمانی مشخص و به شکل یک گزارش کار ثبت نمود.

F

face shield — ماسک ـ نقاب ـ هر وسیله‌ی حفاظتی صورت و چشمان که کل صورت را به وسیله‌ی یک محافظ پلاستیکی پوشانیده و برای محافظت صورت و چشمان تعمیرکار از گزند اجسام پراکنده در فضا و ذراتی که به اطراف پرتاب می‌شوند، به کار می‌رود.

fiber optic meter — یکی از ملحقات مالتی‌متر دیجیتالی که به توسط آن می‌توان کابل و اتصالات تارهای نوری را آزمایش نمود.

fiber optics — فیبر یا تار نوری ـ فناوری که سیگنال‌های نوری ارسالی را به توسط تارهای انعطاف پذیری از جنس شیشه، پلاستیک یا سایر مواد شفاف، انتقال می‌دهد.

flash protection boundry — فاصله‌ای که در آن تعمیرکار ناچار است برای رعایت مسائل حفاظت شخصی، از لوازم حفاظتی مثل دستکش، ماسک و غیره استفاده کند.

forward bias — بایاس موافق ـ یک روش اتصال دیود به مدار که در اثر آن، دیود، جریان را از خود عبور می‌دهد.

frequency — فرکانس ـ بسامد ـ تعداد چرخه‌های طی شده یک موج سینوسی AC در واحد زمان که برحسب سیکل بر ثانیه (cps) سنجیده می‌شود.

frequency counter mode — یکی از وضعیت‌های مالتی‌متر دیجیتالی که به کمک آن می‌توان فرکانس سیگنال‌های AC را اندازه گرفت.

G

generator — ژنراتور ـ مولد ـ یک وسیله‌ی برقی که با چرخش یک قطعه‌ی سیم‌پیچی شده در داخل یک میدان مغناطیسی، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی مبدل می‌سازد.

ghost (stray) voltage	ولتاژ کاذب ـ قرائت ولتاژ در روی صفحه نمایش مالتی‌متری که به هیچ مدار برقداری اتصال ندارد. ولتاژ شبح یا شبه ولتاژ.
goggles	عینک حفاظتی ـ یک جور وسیله‌ی حفاظتی برای چشمان تعمیرکار که از قاب نرمی برخوردار بوده و به توسط یک نوار کِشی به دور سرش بسته می‌شود.
grounding	زمین کردن ـ اتصال دادن قطعات فلزی و فاقد جریان یک دستگاه یا مدار به زمین برای کاهش خطر برق‌گرفتگی.

H

heat	انرژی گرمایی
hertz (Hz)	واحد بین‌المللی سنجش فرکانس معادل ۱ سیکل بر ثانیه.
high frequency test probe	یکی از ملحقات مالتی‌مترهای دیجیتالی که موجب افزایش رِنج اندازه‌گیری فرکانس دستگاه می‌شود.
high voltage test probe	یکی از ملحقات مالتی‌مترهای دیجیتالی که برای افزایش رِنج اندازه‌گیری ولتاژ دستگاه به بالاتر از حد مجاز توصیه شده در کتابچه‌ی دستگاه به کار می‌رود.
hot resistance	مقاومت حقیقی و واقعی یک قطعه (حتی خود مقاومت) در هنگام عبور جریان الکتریکی از آن.

I

impedance	امپدانس ـ مقاومت و مخالفت هر ترکیبی از مقاومت، راکتانس پیچک و یا راکتانس خازن در مقابل عبور جریان AC.
inductance (L)	القاء کنایی ـ اندوکتانس ـ خاصیتی از یک مدار یا قطعه که در اثر انرژی ذخیره شده در یک میدان مغناطیسی، با تغییرات شدت جریان مخالفت می‌ورزد.
infrared temperature probe	یک وسیله‌ی الحاقی به مالتی‌مترهای دیجیتالی که بدون تماس با نقطه‌ی موردنظر و با استفاده از تشعشعات مادون قرمز قطعه یا ناحیه‌ی موردنظر، دمای آن را مشخص می‌سازد.

input alert	یک بوق ثابت و ممتد هشدار دهنده که با انتخاب هر محدوده‌ای به غیر از ناحیه‌ی سنجش شدت جریان به توسط سلکتور و قراردادن سرفیش‌های نَر سیم‌های آزمایشی در ترمینال‌های ویژه سنجش شدت جریان، از مالتی‌متر، منتشر می‌شود.
International Electrotechnical Commission (IEC)	یک سازمان بین‌المللی که استانداردهای ایمنی دستگاه‌های الکتریکی را ارائه می‌دهد.

L

lockout	فرآیند خارج از دسترس کردن منبع انرژی الکتریکی و قفل‌زدن به درب محفظه‌ی آن به طوری که استفاده از منبع مزبور غیر ممکن گردد.

M

manual range mode	گزینش رِنج دستی - وضعیتی که با استفاده از آن می‌توان از رِنج انتخابی مورد نظر استفاده نمود.
maximum resolution	حداکثر تفکیک‌پذیری - کوچکترین مقدار قابل تشخیص در پایین‌ترین رِنج ممکن.
MIN MAX recording mode	یکی از وضعیت‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی که کمترین و بیشترین مقادیر سنجیده شده را برای نمایش در زمان‌های موردنیاز بعدی، ضبط و حفظ می‌کند.

N

National Electrical Manufacturers Association (NEMA)	انجمن ملی سازندگان لوازم برقی - یک سازمان ملی که با ارائه اطلاعات و استانداردهای تأیید شده در: انتخاب، ساخت، آزمایش و عملکرد دستگاه‌های برقی معاضدت می‌نماید.
National Fire Protection Association (NFPA)	یک سازمان ملی که در ایجاد و ارائه دستورالعمل‌های حفاظتی و خطرات دستگاه‌های احتراقی و سوختنی اطلاع‌رسانی می‌کند.

noncontact temperature probe	یکـی از ملحقات مالتی‌مترهـای دیجیتالی که به کمک آن می‌توان دمای قطعات متحرک دسـتگاه‌ها یا قسـمت‌های برقدار مدار را به صورت غیر تماسی اندازه گرفت.
non-sinusoidal waveform	شکل موج غیر سینوسی ـ شکل موجی که در مقایسه‌اش با یک شکل موج سینوسی خالص و کامل و بی‌عیب می‌توان به میزان اعوجاج یافتگی آن پی برد.

O

Ohm´s law	قانون اُهم. رابطه‌ای که به وسیله آن می‌توان به ارتباط بین ولتاژ، جریان و مقاومت یک مدار پی برد.
Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	یـک سـازمان ایمنی و حفاظت شـغلی که در سـال ۱۹۷۰ میلادی تأسـیس گردیده و اسـتانداردهای خاصی را برای حفاظـت از جان کارکنـان شـرکت‌ها و کارخانجات تعریف می‌کند.
over current	جریان مازاد بر حد مجاز ـ شرایطی که در اثر آن جریانی که فراتر از حد مجاز و تعریف شـده‌ی مدار اسـت، از آن عبور می‌کند.

P

peak MIN MAX recording mode	یکـی از وضعیت‌های مالتی‌مترهای دیجیتالی که به کمک آن می‌توان حداکثر مقادیر قرائت‌شـده از نقاط پیک شکل موج‌های سینوسی AC را ضبط نمود.
peak-to-peak voltage value (v_{p-p})	مقدار اندازه‌گیری شـده بین بیشترین نقطه‌ی تناوب مثبت تا بیشترین نقطه‌ی تناوب منفی یک شکل موج.
peak voltage value (v_{max})	بیشـترین مقـدار تنـاوب مثبت یـا منفی یک شـکل موج سینوسی.
period	پریـود ـ دوره‌ی تنـاوب ـ زمان موردنیاز بـرای تکمیل یک چرخه‌ی شکل موج.
Personal Protective Equipment (PPE)	لباس‌هـای ویژه یـا تجهیـزات خاصی که تعمیـرکار برای محافظـت از خـود در محیـط کار بر تن کرده و یـا از آن‌ها استفاده می‌کند.

polarity	پُلارتیـه ـ قطبیت ـ مثبت یا منفی بودن ماهیت یک شــیء یا جسم
power formula	فرمـول توان ـ رابطه‌ی بین توان (P)، ولتاژ (E) و شـدت جریان (I) از یک مدار الکتریکی.
pressure/vacuum module	خشاب سنجش فشار و خلاء ـ یکی از ملحقات مالتی‌مترهای دیجیتالـی که با اتصال آن به دسـتگاه می‌توان از مالتی‌متر در نقش یک فشارسنج یا خلاء سنج سود جست.

R

rectifier	یکسـو ساز ـ وسیله‌ای اسـت که جریان یا ولتاژ داده شده را فقط در یک جهت از خود عبور داده و برای تبدیل ولتاژهای AC به DC به کار می‌رود.
RELative mode (REL)	یکـی از وضعیت‌هـای مالتی‌مترهـای دیجیتالـی کـه بـا فعال‌ساختن آن، دسـتگاه، یک اندازه را به عنوان مرجع و مبنا ثبت کرده و مقادیر دیگر را با آن مقایسه و ما به تفاوت را بر روی صفحه‌ی خود نمایش می‌دهد.
resistance (R)	مقاومت ـ مخالفت یک مدار با عبور الکترون‌ها از آن.
resolution	تفکیـک پذیـری ـ میزان دقتـی که مالتی‌متـر می‌تواند در سنجش یک کمیت خاص از خود نشان دهد.
response time	زمان پاسـخ- تداوم زمانی یک ورودی با اندازه‌ی جدید که مالتی‌متـر دیجیتالی برای ضبط آن، به زمان مزبور نیازمند است.
reverse bias	بایـاس مخالف یا معکـوس- یک نحوه‌ی اتصـال دیود به منبع ولتاژ که در آن شـرایط، دیود به عنـوان یک کلید باز عمل کرده و هیچ جریانی از مدار نمی‌گذرد.
root- mean- square voltage value (V_{rms})	ولتاژ مؤثر- مقدار مؤثر ولتاژ متناوب متناظر با مقدار DC که قادر به تولید همان اثر گرمایشی باشد.
rubber insulating mating	فرش لاسـتیکی عایق- یک وسیله‌ی حفاظت شخصی که تعمیرکارها در هنگام کار با مدارات فشـار قوی برقدار برای پیشگیری از برق گرفتگی روی آن می‌ایستند.

S

safety glasses	عینـک ایمنی- یک وسـیله‌ی محافظ چشـم اسـت که از لنزهای پلاسـتیکی یا شیشه‌های نشـکن و بدنه‌ی تقویت شـده‌ای سـاخته شـده و قسـمت‌های جانبـی آن، نواحی اطراف چشم را هم پوشش می‌دهد.
single phase AC voltage	ولتاژ ACی تکفاز- ولتاژ متناوبی که فقط از یک شکل موج AC سود می‌برد.
sinusoidal waveform	شکل موج سینوسی- شکل موجی که با یک موج سینوسی خالص، کاملاً مطابقت دارد.
slope	قسـمتی از شـکل موج که تـراز تحریک را بـر روی آن بر می‌گزینند.
standard	استاندارد- یک معیار یا مبنای پذیرفته شده یا عملی.
symbol	سـمبل- نماد- یک جزء گرافیکی که یـک قطعه، کمیت یا واحدی را نشان می‌دهد.

T

tag out	فرآیند الصاق یک کارت یا برچسـب هشـدار بر روی منبع انرژی الکتریکی (مثلاً یـک پریز دیواری یا خروجی کنتور و غیره) که نشانه‌ی عدم استفاده از منبع مزبور تا زمان رفع خطر و رفع عیب از دستگاه موردنظر می‌باشد.
temperature	دما- پارامتری برای سنجش شدت گرما.
temperature measurement mode	یکـی از وضعیت‌هـای مالتی‌مترهـای دیجیتالی اسـت که با کمـک ضمیمه‌ی مخصوص سـنجش دمای دسـتگاه، می‌توان دمای محل مورد نظر را مسـتقیماً سنجیده و آن را با مقیاس سانتیگراد یا فارنهایت برروی صفحه‌ی مالتی‌متر نمایش داد.
temperature probe	یکی از ملحقات مالتی‌مترهای دیجیتالی است که به کمک آن می‌توان دمای سیالات، گازها، سطوح مختلف و لوله‌ها را سنجید.

test clip	گیره‌ی آزمایشی- یک ضمیمه‌ی مالتی‌مترهای دیجیتالی که برای اتصال موقت سرسیم‌های آزمایشی دستگاه به نقاط موردنظر به کار می‌رود.
test lead	سرسیم آزمایشی- یک سیم قابل انعطاف روکش‌دار که در نقش یک هادی جریان الکتریسیته عمل کرده و ارتباط مالتی‌متر با نقاط مورد آزمایش یا ورودی سایرملحقات دستگاه را فراهم می‌آورد.
test probe	میل آزمون یا نوک سرسیم‌های آزمایشی- یکی از لوازم مالتی‌مترها که به یک انتهای سرسیم‌های آزمایشی متصل شده و تماس لازم سرسیم‌ها با نقاط مورد آزمایش را فراهم می‌سازد.
thermocouple	ترموکوپل- دو تیغه‌ی مختلف الجنس فلزی که یک طرف‌شان بهم متصل است و با گرم کردن این محل پیوند، از دو انتهای مجزای دیگرشان می‌توان یک جریان یا ولتاژ الکتریکی را بدست آورد.
three- phase AC voltage	ولتاژ ACی سه فاز. ولتاژی که از ترکیب سه شکل موج ولتاژ متناوب که هر کدام با دیگری ۱۲۰ درجه‌ی اختلاف فاز دارد، تشکیل می‌گردد.
transducer	ترانسدیوسر- تراگردان- وسیله‌ای که برای تبدیل پارامترهای فیزیکی مثل دما، فشار، وزن و غیره به سیگنال‌های الکتریکی به کار می‌رود.
transient voltage (voltage spike)	ولتاژ گذرا- ولتاژ نامطلوب موقتی در یک مدار الکتریکی.
trigger level	تراز ثابتی که شمارنده‌ی یک مالتی‌متر دیجیتالی به ازای آن، ثبت فرکانس را آغاز می‌کند.

V

voltage surge	اضافه جهش ولتاژ - ولتاژ فراتر از حد معمول که موقتاً در خطوط توزیع انرژی الکتریکی ظاهر می‌شود.

پیشکسوت اُهم‌متر دیجیتالی . . . !



با وجود تمام مُحسنات، دقت عمل، سهولت قرائت و تنوع کارآیی‌هـای اُهم‌مترهای دیجیتالی، به جـرأت می‌توان مدعی شـد که اُهم‌مترهای عقربه‌ای هنوز جایگاه خاص خودشـان را بـه عنوان یـک وسـیله‌ی اندازه‌گیری سـاده و سـهل الوصول کمیت‌های الکتریکی حفظ کرده‌اند.

ایـن وسـیله‌ی ارزان قیمت ولی بسـیار مفید جـزو اولین و کلیدی‌تریـن ابزارهای مورد نیاز علاقمنـدان و آماتورهای تازه وارد به دنیای شـگفت‌انگیز برق و الکترونیک می‌باشـد. این در حالی اسـت که تکنیسین‌ها، مهندسـین و تعمیرکاران حرفه‌ای نیز از کاربردهای بیشمار این وسیله‌ی کوچک بی نیاز نبوده و در هنگام انجام کارهای تعمیراتی به کرات آن را مورد استفاده قرار می‌دهند. از اندازه‌گیری ولتاژهای AC و DCی پایین و بالا گرفته تا سنجش جریانات DC کم و زیاد، اندازه‌گیری مقاومت‌ها، انجام آزمایش پیوسـتگی، سـنجش دما، تسـت و اندازه‌گیری پیچک، خازن، دیود، ترانزیسـتور، ... همه و همه به توسط همین ابزار کوچک ولی فوق‌العاده مفید صورت می‌پذیرند.

به نظر می‌رسید که با ظهور نمونه‌های دیجیتالی، اُهم‌مترهای عقربه‌ای به تدریج از چرخه‌ی تولید خارج گردیده و اندک اندک راهی موزه‌ها شـده و به تاریخ به پیوندند(!) ولی در عمل مشاهده می‌کنید که این اتفاق رخ نداده و اکثر تعمیرکارها و افراد حرفه‌ای، هنوز هر دو نمونه را در جعبه ابزار خود دارند و حتـی در بسـیاری از موارد و بخصوص مواقعی که ملاحظه‌ی نحـوه‌ی تغییر اندازه‌ی یک کمیت بر دقت سنجش آن بچربد، اُهم‌متر عقربه‌ای را مورد استفاده قرار می‌دهند.

این کتاب که اساساً برای آماتورها و مبتدیان به رشـته‌ی تحریر درآمـده، در اندک صفحات خود تـلاش می‌کنـد که با اسـتفاده از تصاویر متعـدد، خواننده را به صـورت عملی و کاربـردی با نحوه‌ی استفاده از اُهم‌مترهای عقربه‌ای آشنا سازد. این آشنایی فقط به طریقه‌ی سنجش کمیات اساسی برق و الکترونیک یعنی اندازه‌ی مقاومت، جریان و ولتاژ منحصر نشـده و مؤلف سـعی کرده با به کار بستن ترفندهای مختلف و به گونه‌ای که خواننده را خسته و دلزده نکند، روش‌های تعمیر و نگهداری و نقاط ضعف و قوت دستگاه را هم تشریح کرده و ضمناً راهکارهای عملی و تجربی متعددی را هم در اختیار او بگذارد.

در لابـلای ایـن روش‌های عملی، به اندک مطالب تئوری بسـیار سـاده‌ای در زمینه‌ی شـناخت قطعات و فرمول‌های اساسی همچون قانون اُهم، محاسبه‌ی توان، مقاومت‌های سری و موازی و ... نیز اشاره‌ی گذرایی شده تا خواننده را از مراجعه‌ی همزمان به سایر منابع بی‌نیاز سازد هر چند که مؤلف و ناشـر، هر دو امیدوارند که خواننده‌ی مبتدی با مطالعه‌ی مطالب این کتاب، انگیزه‌ی بیشتری برای مراجعه به متون علمی‌تر و وزین‌تر را در خود بیابد.

۸۲۰۰ تومان

Glen A. Mazur

Digital Multimeter Principles



9 789646 463950